中國石油地质志



PETROLEUM GEOLOGY OF CHINA

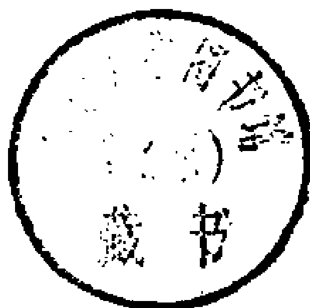
VOL. 13

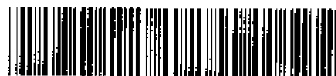
中国石油地质志　卷十三

玉门油田

玉门油田石油地质志编写组　编









石油工业出版社



中国石油地质志　卷十三
玉　门　油　田
玉门油田石油地质志编写组．编
*
石油工业出版社出版
（北京安定门外安华里二区一号楼）
石油工业出版社激光照排排版
北京昌平第二印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
*
787×1092毫米 16开本 $28\frac{1}{2}$印张　706千字　印1－3,000
1989年7月北京第1版　1989年7月北京第1次印刷
ISBN 7－5021－0234－5/TE・230
定价：16.00元

中国石油地质志编辑委员会

玉门油田石油地质志编委会

——献给石油工作者

序

中国是石油和天然气资源丰富的国家。早在900多年前，我国著名学者沈括(1031～1095年)就首创石油一词，并作出"石油至多，生于地中无穷"的科学论断。勤劳智慧的中华民族对油气的开发利用有着悠久的历史，早在两千年前的汉代我国劳动人民就在四川凿井开采天然气，并用于制盐。

我国近代石油工业开始于1878年。这一年在台湾省开设矿油局，经营台湾的油气开采。然而由于漫长的封建制度的束缚，以及近百年来帝国主义列强的侵略，我国石油工业的发展极其艰难缓慢，到1949年，年产石油仅10多万吨。

新中国成立后，我国石油工业发展很快，30多年来，从西部的挤压盆地到东部的拉张盆地开展了大规模油气勘探，至今共做地震测线100多万公里，钻探井和开发井6万多口。在17个省、市、自治区发现200多个油气田，其中包括大庆特大型油田和任丘古潜山油田。目前全国已建成16个油气工业基地。1987年年产石油达一亿三千四百万吨，跃居世界第四位产油国。

与世界其它产油国家不同的是，中国现有的石油绝大部分产自陆相沉积岩。这一成功的实践，证明陆相地层也能生成大量烃类，而且可以形成大油气田和大油气区。

这些年来，勘探工作做得最多的是许多中新生代含油气盆地。中国的中新生代盆地具有其独特的风格，它们都是陆相沉积盆地，而且多数均叠加在古生代海相沉积盆地之上，形成复杂的含油气盆地格局，蕴藏着丰富的油气资源。

30多年来，我们发现了为数可观的油气储量，积累了勘探陆相油气田的丰富经验和大量宝贵的石油地质资料，同时还发展了具有中国特色的石油地质科学，其中包括陆相有机质成烃演化、湖相沉积体系、复式油气聚集带以及油气资源评价等一整套理论和方法。此外，对海相碳酸盐岩裂缝型油气田的勘探和开发也积累了比较丰富的经验。

《中国石油地质志》是有关我国石油勘探实践和经验的系列著作，也是建国以来第一次系统记述中国油气勘探历程和成果的专门丛书。它的出版将从一个侧面反映出30年来我国油气勘探事业的巨大成就。

我国的含油气盆地还有许多未经开拓的领域。出版《中国石油地质志》将有助于我们利用已有的认识和经验，更有效地去探索新的油气领域。这对进一步发展我国的石油天然气工业和石油地质科学技术均有十分重要的价值。

《中国石油地质志》共分十六卷，是按当前各油田、勘探局及石油公司所辖行政区，并考虑构造单元的一致性划分的，各分卷按以下顺序排列：

卷一　总论

卷二　大庆、吉林油田

卷三　辽河油田

卷四　大港油田

卷五　华北油田

卷六　　胜利油田
卷七　　中原、南阳油田
卷八　　苏浙皖闽油气区
卷九　　江汉油田
卷十　　四川油气区
卷十一　滇黔桂油气区
卷十二　长庆油田
卷十三　玉门油田
卷十四　青藏油气区
卷十五　新疆油气区
卷十六　沿海大陆架及毗邻海域油气区

《中国石油地质志》是我国广大石油地质工作者劳动成果的结晶。其编著工作是在全国各油田、勘探局及石油公司的专家和研究人员积极参加下进行的，并得到石油工业部的领导和有关司局、石油勘探开发科学研究院以及石油工业出版社的大力支持，这是全书编写工作能够顺利进行的有力保证。在此，谨向有关单位和同志们表示衷心的感谢。

需要指出的是，由于各盆地（地区）勘探程度不同，地质条件很不一样，因此分卷的内容各有所侧重，但都是根据编委会的统一要求和安排，从实际出发，力求如实写出区域地质和石油地质特征。今后随着勘探程度及认识水平的不断探高，还将给予充实和完善。

中国石油地质志编委会
*1987*年　北京

前　言

甘肃西部的玉门油田是中国勘探开发石油最早的地区之一。旧中国时期，是当时规模最大的油矿，为抗日战争和解放战争的胜利作出了重大贡献，也是新中国建立后的第一个天然石油基地。玉门油田不仅先后为各大油田输送了67000余名各类人才和丰富经验，也是最早运用较新的勘探技术、石油地质理论进行勘探开发的地区之一，堪称“中国石油工业的摇篮”。近半个世纪以来，特别是中华人民共和国建立以来，以玉门为中心，在甘肃西部各沉积盆地进行了大量石油勘探开发工作，不仅曾经第一个创造了年产百万吨原油的辉煌纪录，也在地质、物探、钻探、测井、试油、开发、综合研究诸方面积累了丰富的资料和经验。为了今后石油工业在该区的再度振兴，总结、记述这半个世纪以来石油勘探开发和石油地质研究进展的经历及成果，是十分必要的。为此，玉门石油管理局自1985年起，组织力量，用了两年多的时间，对大量资料进行了系统整理归纳和分析研究，编纂了这本书。资料来源主要是玉门石油管理局地质勘探和油田开发的资料，也参考了甘肃省地质局和其它系统有关单位的部分成果，使用资料时间一般截止1985年底。

本志共分六章。第一、二两章对玉门石油管理局所辖地区的地理概况、人文历史、经济概况、勘探历程和主要成果作了概括性的阐述。第三、四两章综合地质、地球物理资料，对各时代地层的划分对比、岩性特征、分布和区域构造特征、盆地形成演化及其对油气的控制等作了较为全面的论述。第五章对甘肃西部各主要盆地(酒西、酒东、花海—金塔、民乐、潮水、武威—腾格里、敦煌以及巴丹吉林地区和马鬃山诸盆地)分别系统地进行了记述。第六章对甘肃西部油气资源作了综合评价，并初步总结了勘探经验。

本志是由玉门石油管理局负责撰写的，其中第一、二章由霍永录、高进省编写；第三章由曾恒平编写；第四章由王洪潜编写；第五章中酒西盆地由路锡良、李素英、梁世君、谢耀荣编写，酒东盆地由沈小慈编写，民乐盆地由杨世泰编写，花海—金塔盆地由王新民编写，潮水盆地由郭彦如编写，武腾盆地由王洪潜编写，巴丹吉林沙漠及马耀山诸盆地由陈建军编写，敦煌、阿克塞、踏实盆地由马瑾乾编写；第六章由闫德齐、唐以坚、霍永录编写。

参加本志图幅编绘的人员有王高强、蒋秀芬。

在最后定稿时，霍永录、路锡良、曾恒平参加了文字的审查修改工作；王书勋、蒋秀芬参加了文图的整抄修绘工作。

本志力求勾画出玉门石油管理局所辖地区石油地质勘探的历史进程、区域构造和各主要沉积盆地的地质结构、石油地质等一系列基本问题的观点和成果，以期对今后石油工业的发展有所裨益。但由于水平有限，文中错、漏之处在所难免，敬希读者指正。

在此谨向关心和支持本志编写的所有单位、个人以及本志中所用资料的所属部门表示衷心的感谢。

PREFACE

China has rich resources of petroleum and natural gas. More than 900 years ago, Shen Kuo (1031–1095 A.D.), a great scientist of the Song dynasty, created the word "Shiyou (Petroleum)" for the first time, and he reached a scientific conclusion that "petroleum is lying underground in enormous quantities." China's ingenious people also have a long history of developing and utilizing oil and gas. As early as the Han dynasty, 2000 years ago, Chinese people had drilled wells to recover natural gas as the fuel material for making salt in Sichuan.

The modern chinese petroleum industry started from 1878. In that year, a mineral–oil department was set up to manage oil and gas resource in Taiwan province. The chinese petroleum industry, however, developed very slowly and with terrible difficulties, due to thousands of years of feudalism and a century of aggression from imperialist countries. By 1949, the annual output of crude oil was only 120000 tons (876000 barrels).

After the founding of new China, the national petroleum industry has been rapidly developed. Over 36 years, a large scale oil and gas exploration was implemented in both compressive depressions in the west and rift basins in the east. The work included more than one million kilometers of seismic line and over 60000 wildcat and production wells. More than 200 oil and gas fields have been discovered in 17 provinces, municipalities and autonomous regions including Daqing's giant oil field and Renqiu's buried hill oil field. Up to now, China has 16 large oil and gas industry bases. In 1987, annual oil production reached 134 million tons (987.2 million barrels). and China became the fourth biggest oil production country in the world.

Unlike that from other oil production countries, most of the oil recovered in China is from nonmarine sedimentary rocks. This proves that continental source rocks can generate large amounts of hydrocarbon to form big oil and gas fields as well as big oil–gas provinces.

In the past 36 years, most of our exploration has been on Meso–Cenozoic oil bearing basins. These basins in China have special characteristics, that is,they are all continental sedimentary basins and most of them superimposed on Paleozoic marine sedimentary basins to form complex oil and gas bearing basins, in which there are rich oil and gas resources.

We have discovered a large amount of oil and gas reserves, and have gained

enormous experience and a great deal of useful petroleum geological data on the exploration of continental oil and gas fields. We have developed a series of methods and theory of petroleum geology, including the transformation from continental organic matter to hydrocarbons, lacustrine sedimentary systems, composite oil and gas accumulations and the evaluation of oil and gas resources, etc. In addition, we have rich experience in exploring and developing fractured oil and gas fields in marine carbonate rocks.

"**Petroleum Geology of China**" is a series about the practice and experience of exploration in China. It contains petroleum geological data and knowledge from all the main oil and gas basins and areas favourable for exploration both on–shore and off–shore. It is the first series to publish systematically this type of works covering the history and results of China's petroleum exploration since the founding of the new China, and it will show the great achievements of the oil and gas exploration of our country.

Some large areas in oil and gas bearing basins in China have not still been developed. The publication of "**Petroleum Geology of China**" will be of great help in discovering new oil and gas bearing areas through the utilization of the knowledge and experience we have obtained. It also will be of a great value for the further development of petroleum and natural gas industry and technology of petroleum geology of our country.

Based on the administrative regions in which oil fields, exploration bureau and petroleum companies are located, and taking into consideration of geological tectonic units, "**Petroleum Geology of China**" is divided into 16 volumes, as follows:

Vol. 1. Introduction
Vol. 2. Daqing, Jilin Oil Field
Vol. 3. Liaohe Oil Field
Vol. 4. Dagang Oil Field
Vol. 5. Huabei Oil Field
Vol. 6. Shengli Oil Field
Vol. 7. Zhongyuan, Nanyang Oil Field
Vol. 8. Jiangsu–Zhejiang–Anhui and Fujian
Vol. 9. Jianghau Oil Field
Vol. 10. Sichuan Oil & Gas Field
Vol. 11. Yunnan–Guizhou–Guangxi
Vol. 12. Changqing Oil Field
Vol. 13. Yumen Oil Field
Vol. 14. Qinghai–Tibet

Vol. 15. Xinjiang

Vol. 16. Oil & Gas Bearing Areas on the Continental Shelf and Its Neighbouring Regions

"**Petroleum Geology of China**", compiled by scientists and experts from many departments all over the country, is a fruit of collective efforts. In the course of compilation and publication, we have had much help and support provided by the leaders of the Ministry of Petroleum Industry and its departments, the Research Institute of Petroleum Exploration & Development, and Petroleum Industry Press. We wish to acknowledge our deep gratitudes to all people and organizations which joned in and supported the work here.

Although each volume has its own emphasis due to the different exploration history and geological conditions of each basin (region), they all try to give readers clear and reliable information and views of the characteristics of the regional and petroleum geology, and will be added to and enhanced as exploration and scientific knowledge improves.

Editorial Committee of "Petroleum Geology of China"

Beijing, P.R.C., 1987.

目　录

CONTENTS

第一章 概 况

第一节 自然地理概况

玉门油田所在的甘肃西部地区，涉及范围实际包括了东经92°~106°，北纬36°~42°40′之间的甘肃省大部及其相邻的内蒙古自治区马鬃山额济纳旗和阿拉善旗地区（图1－1）。面积约45万平方公里，共有大小沉积盆地30个。

该区东起贺兰山、六盘山，西至当金山口，长达1000余公里；南倚祁连山，北抵北山，宽仅数十至百余公里，呈狭窄条带，世称河西走廊。祁连山脉山势雄伟，最高海拔5574米，一般亦在3000～4500米，由一系列相互平行的高山和深谷组成。大体呈北西走向分布。祁连山北麓现代冲积扇颇为发育。

河西走廊以北的北山山地，主要包括北山（马鬃山）、合黎山和龙首山，其中马鬃山海拔仅2583米，北山已准平原化，洪积与剥蚀平地占大部面积。山地走向大体为北西向，山势东、西高，中间低，海拔1500～2500米。北山以东、合黎山—龙首山以北的阿拉善高原，为广阔无垠的沙漠和平缓剥蚀的丘陵、低山，地势南高北低，一般海拔在1000～1500米，龙首山的东大山海拔亦仅3616米。走廊本身地处高山之间，海拔亦在1000～1500米。

祁连山区雨雪较多，海拔4000米以上的山区大都终年积雪，发育现代冰川，因此，河流皆源于祁连山区。除东段南麓属黄河水系外，其它均为内陆水系，较大者自东面西有石羊河、西大河、黑河、北大河、疏勒河、党河，其中以黑河流量较大，向北穿过合黎山后名为弱水而注入居延海。其余各河流流出祁连山后，多潜入戈壁，在走廊的凹陷区及合黎山南麓有时复流出地面汇聚成泉。各河流多为农业灌溉、生活饮用及工业用水的主要来源，也是广漠之中绿洲生命的源泉，更是石油勘探基地的依托。走廊以北地区，水源稀少，泉水流量小而矿化度高，大部地区因缺水而呈现沙漠景观。

河西走廊及其以南的祁连山区，是我国地震多发区之一。据兰州地震研究所统计，1900年以前有记载的4¾级以上地震至少有19次，1900年以后70余年内共发生4¾级以上的地震76次。本区较大的地震多分布在祁连山及其北麓一系列北西西向活动的深大断裂带和宽台山—合黎山—龙首山大断裂以及北东向分布的巴音乌拉山南缘断裂带。这些地区自第三纪末就有强烈地震活动，第四纪以来进一步继承发展，新构造运动到处可见，为地震灾害的根源。

据兰州地震研究所资料，河西走廊地震最大烈度分布区有：古浪—武威以南地区；民勤以东马三湖一带；山丹东北龙首山地区；高台西北地区；红崖至清水地区；昌马盆地经二道川至北大河地区。上述地区在未来100年内不能排除8级地震发生的可能性。尤其是最大烈度分布区周围及发震构造延伸部位，是未来地震的危险区。在这些地区，一方面要考虑基本建设设施的防震安全措施，另一方面要研究天然地震对油气储集条件的影响。

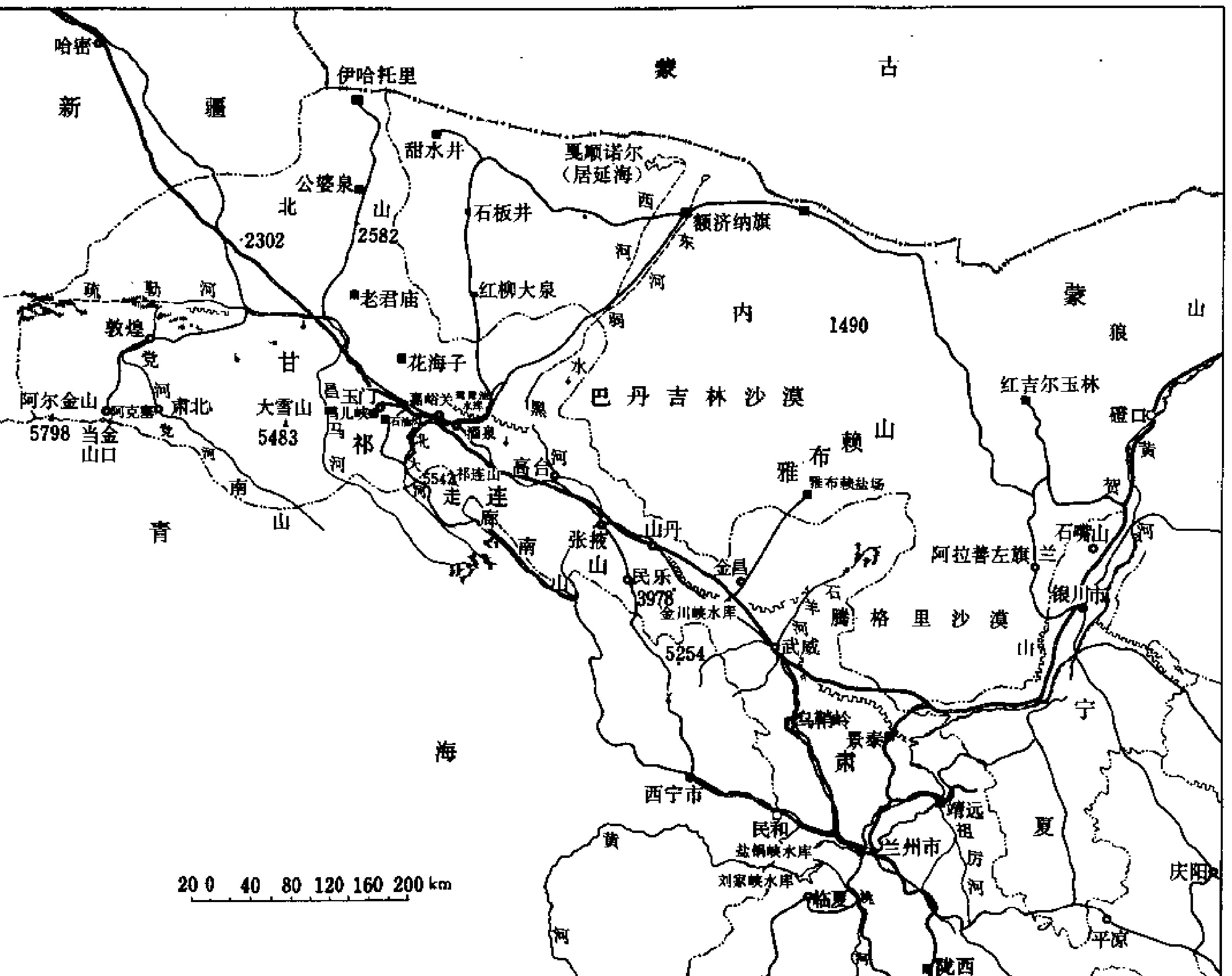


图1-1 玉门油田交通位置图

甘肃西部地区气候纯属大陆性气候。冬寒夏热，冬季1月份气温最低可达 −30 ℃，夏季7月份气温最高可达42 ℃，温差极大，昼夜平均温差亦在10 ~ 15 ℃。河西走廊地区年平均气温为4 ~ 10 ℃，祁连山地区年平均气温低于4 ℃。冬季较长，每年10月份开始降雪，11月土壤冻结，其深度可达2 ~ 3米。至翌年4月底开始解冻。该区雨量稀少，一般在100毫米以下，河西走廊地区年降雨量为50毫米左右；祁连山地区年降雨量100 ~ 500毫米；北部地区仅20 ~ 30毫米，而且降雨多集中于7 ~ 8月份和祁连山区。春、秋季多风，最大风力可达9级。时有风灾和水灾发生。间或在3 ~ 4月有"黑风"袭击，往往飞砂走石，遮天蔽日，摧毁房舍，伤及人畜。6 ~ 8月偶有暴雨，山洪突发，泥石俱下，具有一定危害性。对此均须有防范措施以确保人员生命、物资设备的安全，以便顺利进行勘探开发工作。

甘肃西部为多民族居聚区，有汉、回、蒙、藏、裕固、东乡、哈萨克等族，以汉族为主，其次为回族，多从事农牧业生产。

祁连山麓，走廊地带由于祁连山雪水滋润，灌溉便利，农牧业发达，有"塞上江南"之美称。农作物以小麦、谷子、马铃薯为主，并有少量水稻和其它作物。祁连山区藏族多从事牧业，出产以兽皮、羊毛为大宗，农作物仅有少量青稞，小麦及马铃薯。北部地区人烟稀少，沿合黎山麓有少量居民。沿额济纳旗至建国营多为蒙古族游牧之乡。

祁连山区内有少许森林。走廊地带沿河流盛产白杨，其它广大地区只有耐旱的植物，如芨芨草、骆驼草和红柳等，沙漠中盛产索索树。野生动物较多，有野马、黄羊、大头羊和野牛等。

甘肃西部地区矿产资源丰富。酒西盆地有丰富的石油资源，河西与陇中等地的煤田分布广泛，铁矿蕴藏较多。金昌的镍矿，白银厂的铜矿，镜铁山的铁矿，酒泉、皋兰的硫磺矿，永登的石膏及雅布赖的盐池等闻名全国。还有金、银等贵重金属矿和铅、锌等有色金属矿藏。

本区工业尚称发达，兰州为我国西北最大的毛纺织基地，产品畅销国内外。重工业中以老君庙为中心的玉门油矿，是我国最老的石油基地之一，现已成为现代化的石油联合企业。在兰州有大型的炼油厂和石油化工厂。在金昌有有色冶金公司。在嘉峪关有酒泉钢铁厂。机械工业主要分布于兰州、天水和酒泉等地。此外还有采煤、电力、建筑材料等工业。刘家峡等水电站为我国西北及其它地区提供了充足的电力。

甘肃西部的主要城市自东而西有兰州、武威、张掖、酒泉、敦煌。在走廊以北有阿拉善左旗、阿拉善右旗和额济纳旗。

区内交通发达，甘新公路、兰新铁路、武（威）— 干（塘）铁路，均纵贯整个走廊，与陇海、包兰等铁路相接。各主要工矿区和居民点均有公路相通。民航以兰州为中心，可至全国各大城市，并有小型飞机连接敦煌、嘉峪关和庆阳等地。

所有上述情况为石油勘探开发提供了各方面的条件，同时也对石油勘探事业的发展提出了更高的要求。

第二节 勘探概况

甘肃西部地区的地质调查工作虽有较长的历史，但开展石油地质勘探工作仅是近半个世纪以来的事，系统的石油地质调查是1938年孙健初等人进驻老君庙后才开始的。1939年

3 月,1 号浅井首次采得原油，石油勘探工作从此进入了一个新的历史时期。

1940 年以后以玉门油矿为基地，一方面加深对油田本身地质条件的研究，另一方面则对油田外围广大地区进行石油地质调查，以期发现新油田。地质工作者先后调查了永昌青土井和青海民和县的油苗，足迹遍及陇东直至青海柴达木西部地区。1947 年孙健初将其划分为 6 个调查区，即老君庙油田附近；酒泉一玉门一带；皋兰一永登一带；陇东平凉、泾川、隆德、固原等县；青海享堂附近以及柴达木西部等区；每区均派出一个勘探队。通过广泛的地面调查，获得了大量地质资料，给后来的地质工作奠定了良好的基础。

随着地面地质调查的进展，勘探工作逐步转向深部，1940 年和 1941 年开始了试验性的电测井和地面重力测量工作。1945 年 7 月由翁文波任队长的第一个重磁力测量队首次投入工作，沿张掖、高台、酒泉、玉门、敦煌一线进行了 1 ∶10 万的重磁力普查，完成重力、地质综合图 20 幅。从 1939 年初开始的钻探工程到 1941 年也由顿钻换成旋转钻施工，直至 1949 年解放前夕，由美国进口唯一的一台深钻——艾迪尔一 75 型钻机，最大钻探能力也只有 7500 英尺[●]。当时钻探范围仅限于酒泉盆地。

新中国的成立为开展大规模的石油勘探创造了优越的条件。建国初期，先后在甘肃西部 30 个沉积盆地中选择含油远景较好的 15 个盆地进行了大量的地质调查、地球物理勘探和少量钻井工作，重点主要在酒西盆地，其次有酒东、潮水、花海一金塔、民乐、民和、武威一腾格里诸盆地。

一、勘探工作量

（一） *石油地质调查*

石油地质调查工作，在解放前仅做了 9 个队年的工作，工作量分布如表 1－1。

表 1－1 解放前地质调查工作量表

盆 地	酒 西	酒 东	民 乐	潮 水	民 和
工作量（队年）	2	2	1	2	2

解放后的地面地质工作主要是在 50 ～ 60 年代进行的，工作量见表 1－2。

（二） *地球物理勘探*

解放前仅在酒西盆地和酒东盆地做了 3 个队年的重力测量工作。

解放后，从 1952 年开始开展了大规模的地球物理勘探。至 60 年代末，完成了甘肃西部地区重磁力普查和河西走廊地区的重磁力详查，并在老君庙背斜带、白杨河、青土井、窨水、苦水、高老山、夹滩、七号重力高、张家山和虎头崖等局部构造进行了重力细测。在酒西、酒东、民乐等盆地进行了电法详查工作。潮水盆地进行了电法试验。酒西盆地进行了放射性勘探和细菌勘探的试验工作。用地震反射法对酒西、酒东、潮水、民乐、花海等盆地进行了普查与概查，局部地区进行了详查。对酒西的青草湾、老君庙、大红圈、文殊山、白杨河和盆地内覆盖区的 1、2、3、4、5 号局部构造及潮水盆地的青土井、窨水、苦水等局部构造进行了地震细测。通过这一时期的综合地质调查工作对区域构造格架、盆地范围、属性、局部构造概况有了进一步了解。具体工作量见表 1－3。

● 1 英尺 =0.3048 米。

表1－2 解放后地质调查工作量表

项目	比例尺	工作量	
		km²	km
路线普查	1∶100 000		3 446
路线普查	1∶500 000		22 500
地质普查	1∶100 000	7 160	
地质普查	1∶200 000	54 862	
	1∶500 000	125 939	
地质详查	1∶ 10 000	182.4	
	1∶ 25 000	274	
地质详查	1∶ 50 000	12 897	
地质详查	1∶100 000	10 167	
地质详查	1∶125 000	1 051.5	
地质细测	1∶ 10 000	24.6	
地质细测	1∶ 25 000	1 039	
构造细测	1∶ 25 000	251	
构造细测	1∶ 50 000	548	
水文调查		2 820	
水文地质普查	1∶200 000	7370	
水文地质普查	1∶500 000	3 263	
水文地质详查	1∶ 25 000	169.5	

表1－3 1949～1975年地球物理勘探工作量表

项目	工作量	
	km	km²
放射性勘探剖面	9102.6	
重磁力普查剖面	10753.4	
重磁力详查剖面	2671	
垂向测深剖面	739.5	
电法剖面	3658.5	
大地电流详查		157
重力勘探(1∶20万)		6870
地震勘探	13819.25	

1975 年以后，先后用模拟磁带地震仪和数字地震仪对酒西、民乐、花海—金塔和酒东盆地进行了地震普查、详查和细测，其工作量如表 1－4 。由于仪器设备的改进，勘探技术的提高，所得资料更加丰富可靠。

表 1－4 1976～ 1985 年地震工作量表

盆 地	酒 西	花 海	民 乐	酒 东	合 计
工作量(km)	4682.145	1763.1	1656.75	2011.85	10113.845

（三） 钻井工作

自 1939 年从延长油矿调来顿钻，同年 3 月在老君庙背斜顶部钻探了玉门地区第一口探油井—— 1 号浅井以来，解放前仅在老君庙构造钻探井 3 口，进尺 1106 米；钻生产井 45 口，年产原油 6.79 万吨。解放前的 11 年中共采得原油 52.44 万吨。

解放后，主要在酒西盆地，其次在酒东、民乐、花海—金塔、潮水、民和等盆地进行了钻探（包括地质井、各类探井和参数井）。主要盆地的钻探工作量见表 1－5。

表 1－5 甘肃西部主要盆地1939～ 1985 年探井进尺统计表

盆 地	酒 西		花海—金塔		民 乐		酒 东		民 和		潮 水		敦 煌		武 威	
年 度	井数(口)	进 尺 (10^4m)	井数(口)	进 尺 (10^4m)	井数(口)	进 尺 (10^4m)	井数(口)	进 尺 (10^4m)	井数(口)	进 尺 (10^4m)	井数(口)	进 尺 (10^4m)	井数(口)	进 尺 (10^4m)	井数(口)	进 尺 (10^4m)
1939～1949	3	0.1106														
1950～1960	370	57.0124			16	0.9511	19	1.5640	20	1.6756	55	3.7103	7	0.1702	2	0.1241
1961～1969	32	4.5895	20	2.9386												
1970～1979	54	12.3125					3	0.9078								
1980～1985	61	19.1346	7	2.3125	1	0.5047										
合计	520	93.1596	27	5.2512	17	1.4558	22	2.5618	20	1.6756	55	3.7103	7	0.1702	2	0.1241

总之，甘肃西部自解放以来作了大量的勘探工作，取得了丰富的成果。另外，地质部系统在部分地区也进行了地质钻探和航空磁测等工作，为了解该区的地质情况提供了丰富的资料和依据。

二、主要成果

甘肃西部的石油勘探开发工作在地质复杂、条件艰苦的情况下，经过前后 40 多年的辛勤努力，取得了下述主要成果。

1. 基本掌握了甘肃西部几个主要盆地的性质、特征、形成时期、基底埋深及沉积盖层厚度等地质资料。认为大多数盆地形成于中新生代，主要盆地为槽缘和台缘盆地。中生代时期盆地内部结构以断陷为特征，新生代时期盆地以不对称的拗陷为特征。槽缘盆地晚侏罗世及其以后的地层发育，沉积厚度可达6000余米，台缘盆地一般是早、中侏罗世沉积较为

发育，而以后的沉积较薄。

2. 确认甘肃西部地区有三套生油气层系，发现了五套勘探目的层。三套生油气层系是：石炭系海相、海陆交互相生油气层系；中、下侏罗统陆相生油气层系，下白垩统陆相生油气层系。五套勘探目的层为：第三系火烧沟组和白杨河组；下白垩统；中、下侏罗统；志留系或其它古生界基底层系。

3. 认识了该区多盆、多凹的地质结构，盆地与盆地之间、凹陷与凹陷之间分割性强、相关性差，形成独立的、自成体系的古水系、沉积体系和构造格局。各凹陷都有各自的生油中心和运移聚集系统。

4. 证实了甘肃西部是一个有找油远景的含油气区。已找到了油田并已进行长期开采的盆地 1 个（酒西盆地）；发现小油藏或见少量油流的盆地 3 个（花海—金塔、潮水、民和盆地）；钻探见生油层及气显示的盆地 2 个（酒东、民乐盆地）；地面见原油和沥青显示的盆地 3 个（皇城、中口子—黑帐房盆地、武威地区）。

5. 在酒西盆地发现 18 个油藏，5 个油田（石油沟、老君庙、鸭儿峡、白杨河、单北油田）。1950 ～ 1958 年，仅用 8 年的时间，便开创了年产 100 万吨原油的纪录。

6. 培养、锻炼了一支拥有两万多名养之有素、工种齐全、能攻善守的石油职工队伍，并先后抽调精兵强将支援大庆、胜利、江汉、长庆、大港、辽河、吉林、华北、南阳等兄弟油田，为中国的石油工业建设作出了卓越的贡献。正象当代著名诗人李季诗句所称诵的那样，“凡有石油处，就有玉门人”。

第二章 勘探历程

第一节 建国前后的石油地质勘探

一、地面地质调查

甘肃西部的地理、地质调查工作，大约在19世纪70年代即已开始。初期的调查者几乎全是外国人，其中地理工作者较多，地质工作者很少，而且多数工作均局限于相同的路线。现据不完全的统计记述如下。

1875年，H. M. 普尔热瓦尔斯基曾详细研究过祁连山动植物群，并有少量的地质描述，1883～1888年他再度进入祁连山进行工作。

1878～1880年，奥地利地质学家L. V. 洛采对本区做过地质调查。

1892～1894年，俄国地质地理学家B. A. 奥勃鲁契夫曾数次来祁连山考察，对祁连山系有过全面的描述，并将祁连山出露的大片变质岩统称为"南山系"。1900～1901年他在《中亚、中国的北部与南山》两卷巨著中，对祁连山地理、地质描述较详。尤其是路线地质的详细描述，为后来祁连山的研究提供了重要的参考资料。

1921年，地质学家谢家荣、翁文灏调查了玉门石油河一带的地质情况，谢家荣在调查后写了"对甘肃玉门石油报告"一文，刊登在1922年湖南"实业杂志"第54号。

1928年，地质学家张人鉴受伪甘肃省政府的派遣，到玉门赤金堡、白杨河一带进行调查，并采集了从干油泉渗出来的原油样品，经蒸馏试验证实油质甚好，有一定的开采价值。

1930～1932年，以瑞典的E. 那林为首的中瑞西北科学考察团曾在祁连山、金塔、合黎山及花海一带进行过地质调查。瑞典的B. 布林著有"甘肃西部水文地质志"。

1934年，侯德封、孙健初调查了永登、古浪、祁连山北麓的地层，并于1935年在中国地质学会志14卷发表"兰州西北一地质剖面"一文。

1936年，孙健初调查了黄河上游及祁连山东部的地层，在中国地质学会志15卷(1936)发表了"南山及黄河上游之地质"一文。

1937年，孙健初和从美国聘来的地质学家J. W. 维勒，E. A. 萨敦等于9月19日到达酒泉，先至青海，后往石油河一带作重点调查，于12月5日经酒泉返兰州，写有调查报告。

1938～1939年，孙健初等详查了老君庙及石油沟构造，完成1：1万的老君庙构造图，并著有"甘肃玉门油田地质报告"，明确了老君庙构造，定了第一口钻井井位。1939年开始钻探，证实老君庙为一优良油田。孙健初在报告中将区内地层作了详细的分层，为本区的地质工作奠定了基础。

1940年，孙健初等在潮水盆地南部一带，勘查青土井油苗，并著有"甘肃永昌青土井地质及油苗"一文。1941年黄汲清、陈贲等调查了甘肃北部地质，足迹涉及五华山、白杨河、黄草营和文殊山一带，并作有1：2.5万文殊山地质图一幅。1944年卞美年等完成玉门、酒泉间1：5万地质图一幅。

大范围的地质工作是在1945年以后进行的。1945～1947年，在孙健初的领导下，杜博民、王尚文、孟昭彝、司徒愈旺、田在艺、李德生，张维亚，张家环、张传淦和杨乂等分别细测了酒西盆地文殊山、大红圈、青草湾、石油沟等四个构造，并作出构造图、1∶1万地质图和文字报告。为了明确酒泉盆地区域地质情况，王尚文等进行了细致的地质详查制图工作，作出1∶4万地质图15幅，并著有"酒泉玉门间祁连山北麓之中生代地层"一文，为本区中生代地层分层及沉积环境的研究奠定了良好的基础。

1945年，王日伦等调查了民和盆地永登、下旋子、民和马场原石油地质，测有1∶1万地形地质图，并著有文字报告。李树勋、胡敏等勘查了民和药水泉沟油苗，著有"青海民和新油苗之初步勘查"。1946～1947年间，王尚文等测制永登咸水河及河口一带1∶1万地质图。陈秉范、杜博民、田在艺、李延浚、苗祥庆、刘国恩等进行民和盆地详查工作。王继光等填绘1∶5万皋兰附近地质图多幅，并编写有多种报告。

二、地球物理勘探

最早的地球物理勘探工作是1945～1946年间在翁文波领导下，由孟尔盛、丛范滋、汤先任、李德生等在安西、玉门、酒泉和高台间走廊地带进行的重力普查工作，完成1∶10万重力图多幅，并附有地质路线图。

1947～1948年间，刘德嘉和孟尔盛等继续在酒泉盆地进行重力勘探，曾在老君庙、青草湾、石油沟、大红圈和文殊山等构造上进行重力详查。在此之前，翁文波等细测了老君庙、青草湾和石油沟等构造，作有各构造的1∶1万重力图，发现老君庙和石油沟为重力高，青草湾为重力低。

三、油田地质工作

1939年3月，在老君庙背斜顶部拟定的第一口井——1号浅井上，先用人工挖掘方法，至井深23米见油气显示，随后就用从延长油矿调来的顿钻钻井，钻至80余米，在第三系白杨河组干油泉段红色砂岩中见大量原油，从而发现了"*K*"油层。1940年钻4号浅井，次年4月于井深439米发生强烈井喷，发现了第三系白杨河组间泉子段含油层，即"*L*"油层。1944年钻老君庙第一号深探井DH_1井，于井深905米钻达三叠系，其上钻遇了"*K*"、"*L*"和"*M*"油层。

老君庙油田从发现、开采直到1949年，为弹性和溶解气驱开发阶段，共有生产井45口，采油速度低，油压下降快，油气比上升快，采出程度低。1949年年产原油6.97万吨，为油田最高年产量。平均年采油速度为0.17%。其主要产油层为*L*油层。11年间共采油52.44万吨。

第二节　建国以来的石油地质勘探

建国以来的石油地质勘探大体可分为三个阶段：

一、大规模油气勘探阶段(1950～1970年)

这一阶段，是甘肃西部地区全面进行勘探的时期，其间又可分为以下三个小阶段。

(一) 1950～1952年

由于技术力量、条件所限，勘探工作量很小，仅复测了石油沟、文殊山和大红圈三个构造，拟定了探井井位；报出了酒泉盆地第三系(甘肃系)的分层意见，对区内第三系进行了研究；在潮水盆地细测了窨水构造、拟定了探井井位，其后又在窨水周围地区，上井子区及

永昌、山丹间进行地质普查和详查；在民和盆地也进行了地质普查，对张家山构造进行了详查以及在民和至下旋子间开展了细测工作，在虎头崖和张家山拟定了探井井位。

在钻探方面，钻探了老君庙油田邻近的青草湾、石油沟、大红圈和文殊山等构造，证实了石油沟为一可采油田。在潮水盆地的窖水构造上也进行了钻探，但未获油气显示。

（二）1952 ～ 1960 年

为本区勘探的高峰时期。先后由西北石油总局民和大队、酒泉大队、潮水大队，玉门矿务局地质调查处、地球物理勘探处、吐鲁番勘探处、东部勘探处、吐鲁番矿务局等单位对本区及吐鲁番盆地开展全面的勘探。

1. 地质调查：对河西走廊西起敦煌、东至六盘山、南到祁连山、北达马鬃山、居延海之间的广大地区（包括敦煌、酒泉、民乐、花海—金塔、潮水、武威—腾格里、民和等盆地以及北山—巴丹吉林地区）开展了全面的石油地质普查。在酒西盆地的青草湾、大红圈间进行了地质详查工作，明确了四个构造的接触关系，并详查了中口子盆地等地区。同时在阿拉善地区进行了路线地质普查。对酒西盆地的白杨河、惠回堡、南山、小马莲泉以及大红圈以南地区；酒东盆地的落藏寺、元山子、佛洞庙、石羊圈、无量庙构造；潮水盆地的苦水；民乐盆地的永固构造，西山台子、高寨子背斜等构造进行了细测。

2. 地球物理勘探：完成了甘肃西部地区的重磁力普查和河西走廊地带的重磁力详查以及老君庙、大红圈、白杨河、青草湾、青土井、窖水、苦水、高老山、夹滩、张家山和虎头崖等局部构造的重力细测工作。1952 ～ 1953 年间，利用地震反射法细测青草湾、老君庙、大红圈、文殊山及白杨河等五个构造以及潮水盆地的青土井、窖水和苦水构造。由于砾石层的屏蔽作用与潜水面的影响，地震勘探工作困难较大，取得的资料也较差。1954 ～ 1955 年间，在酒西盆地运用地震对比反射法勘探，细测了中央坳陷区的 1、2、3、4、5 号等隐蔽构造。由于复杂的地质条件、地震仪器技术条件和缺乏系统的经验等各方面因素，取得的资料也较差。1956 年以后，用反射法和对比折射法配合，在白杨河单斜带工作，地震资料质量有所提高。又利用深炮井、大药量爆炸和组合检波法、组合爆炸法获得了较好的资料。1954 年在潮水盆地进行了试验性的垂向电测深工作。1955 年正式在酒西盆地进行了电法详查，以后相继在酒西、酒东、民乐等盆地进行了电法详查工作。1957 年还试验了大地电流法，效果尚好。1959 ～ 1960 年还在酒西盆地进行了放射性勘探工作。

3. 钻探工作：1952 年在酒西盆地钻探，发现石油沟油田。1953 年钻探了大红圈、文殊山构造，经试油无油气显示。1955 年钻探 3 — 1 构造，未获油气。1956 年钻探鸭儿峡、小马莲泉，均见可采油流。1958 年钻探井发现白杨河油田。同年在酒东盆地的清水、文殊山、元山子等 6 个构造上也进行了钻探，结果均未奏效；在潮水盆地的窖水、青土井、窖南等 14 个构造上的钻探，仅在青土井获得少量油流；在民和盆地的虎头崖、张家山、海石湾、下旋子等 6 个构造上进行了钻探，在海石湾和虎头崖构造发现油藏，下旋子也见油气显示；在民乐盆地的永固、高寨子、东乐构造进行的钻探，均未获油气显示。另外在敦煌、中口子、武威等区进行了少量浅井钻探，也均未获油气显示。

4. 综合研究：在采集资料的基础上对酒西、酒东、民和、潮水、武腾和民乐等盆地进行了综合研究，在盆地的演化历史、地层划分对比、构造分区及局部构造、石油地质条件和含油远景等方面取得了丰硕的成果。

1954年研究了酒西、酒东盆地中生代地层的含油气远景，认为白垩系具有生油条件；研究了酒西盆地第三系沉积史、岩相变化、储集层物性与水文地质、确定了白杨河组的沉积边界，提出了储油条件优良区在青草湾、石油沟与白杨河之间。在民和、潮水盆地也进行了研究，提出了有利的含油区。1955～1957年，研究了酒西、酒东、民和、潮水和武腾等盆地的构造发展史、岩相古地理和部分地层的进一步划分对比工作。1958～1962年，综合研究了甘肃西部各盆地及吐鲁番盆地。对酒西盆地、潮水盆地和吐鲁番盆地的油气运移、聚集、储集、油藏类型和其它盆地的构造、岩相、地层和油气资源评价等方面也进行了较详细的工作。

在此期间于酒西盆地还进行了少量细菌勘探工作。1958年勘探领域扩展到新疆吐鲁番盆地，重点工作转移到吐鲁番。

在这个阶段先后找到了石油沟、鸭儿峡、白杨河、单北等油田以及小马莲泉、志留系古潜山、虎头崖、海石湾、青土井等油藏。同时查明了整个区域的石油地质条件，对酒西、酒东、民乐、民和、潮水、武威等盆地有了较多的认识，积累了丰富的地质、地球物理和钻探资料，为今后的勘探工作提供了依据。

(三) 1961～1970年

随着全国勘探形势的发展，勘探重点东移，玉门石油管理局的勘探队伍相继调赴大庆、四川、山东等地，仅留一小部分在酒西、花海盆地继续工作。1970年勘探力量全部转移到长庆油田。

60年代初，将仅有的力量集中在酒西盆地进行油田扩边及少量的区域勘探。1967年开始对花海—金塔盆地进行普查，共作地震测线1515公里。在花海—金塔盆地打探井证实了花海凹陷有巨厚的生油层和良好的油气显示。

本阶段重新系统地整理了历年全部勘探资料，研究了地质规律和油藏形成条件，在新的认识基础上对老油田进行扩边勘探，对鸭儿峡和单北油田进行了详探，发现了鸭儿峡潜山油藏，在114号井获得高产油流。探清了单北小油藏。

二、重新组织勘探队伍开展地质勘探阶段(1971～1975年)

1971～1973年组建了1个地震队，1个综合队，1部钻机在酒东盆地开展了工作。当时只有1部五一型光点地震仪和1部乌德钻机，技术干部也很少，仅在盆地内作了必要的概查和普查，由于砾石层厚，仪器性能差和地震方法落后，所获深层地震资料品质很差。在金佛寺、元西和马营等构造上钻井3口，均未见油气显示。

1974年勘探队伍转移到了酒西盆地，目标指向盆地南部的老君庙背斜带，在石油沟与鸭儿峡地区加探了勘探。与此同时，对酒西和花海地区以往的勘探资料进行了重新研究和评价，从而进一步明确了这两个盆地的找油前景和勘探方向。

1975年由长庆油田调来两个地震队，钻机也由打生产井逐步转为打探井，勘探力量得到了加强。主要在鸭西、白南和青西凹陷等地区进行了工作。并在鸭西503井首次发现了白垩系工业油流，从而将酒西盆地的勘探目的层由第三系扩大到白垩系和深部地层。

三、扩大队伍、开展区域勘探阶段(1976～1985年)

1975年后，勘探队伍进一步壮大，目前已拥有6个数字地震队、14个大、中、小型配套的钻井队、2个试油队和相应的电测队伍。建立了三级计算站，配置了具有一定规模的综合研究队伍。

这一时期主要着眼于老区勘探，勘探工作的重点放在酒西盆地，为了打开勘探局面，寻找新的接替盆地，又积极开展了区域勘探，自 1981 年起，先后在花海凹陷、民乐和酒东盆地开展了工作。

自 1984 年起，石油工业部地球物理勘探局调动了 7 个地震队、3 个电法队、5 个重力队，共 15 个地球物理队，在敦煌、巴丹吉林、民乐、潮水、民和、武威和双临等盆地进行概查、普查工作，使甘肃西部地区的石油地质勘探进入了新的发展时期。

第三章 地 层

甘肃西部地层发育较齐全，除太古界缺失外，从下元古界至新生界均有分布。自 19 世纪末至解放前，曾有不少中外地质学家对本区地层进行过研究，但全面系统的研究还是在新中国成立之后。自建国以来，在党和人民政府的领导下，随着地质工作的发展，积累了不少地层古生物资料和研究成果，为本章的编写提供了有利的条件。

第一节 地层概述

根据甘肃西部地层的空间分布规律、层序特征、构造位置、岩相古地理、古生物变化、古气候条件以及构造活动等因素，将本区划分为四个地层区、八个地层分区（图 3－1）。地

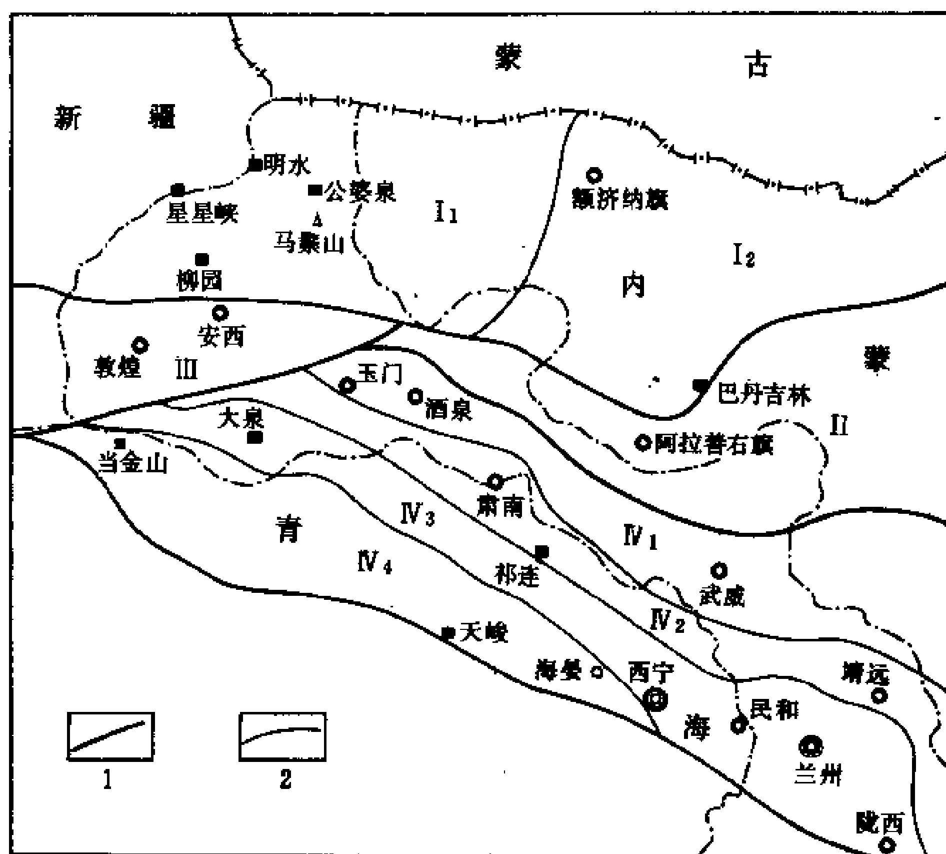


图 3－1 甘肃西部地层分区示意图

（据西北地区地层区划图改编）

1—地层区界线； 2—地层分区界线

层区的划分以“槽”、“台”为基本依据，地层分区则着重考虑在槽、台区内沉积建造特征的差异。每个地层区内“系”以上地层单位的岩相可以对比，地台区基本上还可以对比到统。地层分区的岩相也可对比到统。由于研究程度不够，没有划分三级地层单位。

现自北而南，简要叙述各地层分区的主要特征（参见表3－1）。

Ⅰ．天山—内蒙地层区：位于塔里木与阿拉善地层区之北，中蒙边界以南，包括甘肃北部、内蒙西北部及宁夏北部的广大地区。该区地层主要特征是上古生界普遍发育，且以海相碎屑岩夹火山岩为主，化石丰富。下古生界发育不全，寒武系分布零星，前震旦系缺失。根据分布特征的差异，又将其划分为两个地层分区：以黑河为界，河西为北山分区，河东为内蒙分区。前者下古生界发育较全，仅缺失前震旦系；后者除缺失前震旦系外，还缺失寒武、奥陶系。

Ⅱ．阿拉善地层区：其范围大致与阿拉善台隆相当。北以阿拉善北缘深断裂与内蒙地层分区毗邻；南以宽台山、合黎山、龙首山与走廊地层分区分界；西以阿尔金断裂与塔里木地层区分界；东与贺兰山、鄂尔多斯盆地相连。前震旦系分布广泛，为一套中—深变质的碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩沉积。震旦纪属冰川、浅海碎屑岩和碳酸盐岩沉积。下古生界全部缺失，上古生界在龙首山区出露较全。中生界缺失三叠系。侏罗系、白垩系为内陆河湖相沉积。新生界古新统缺失，中新统分布广泛。

Ⅲ．塔里木地层区：位于南天山与昆仑山之间，东以阿尔金断裂为界，西以新疆、青海省界为限。区内大部分为第四系覆盖，其范围大致相当于塔里木地台在甘肃省的分布区，与敦煌、阿克塞、踏实盆地范围基本一致。区内古生界缺失，中生界缺失三叠系，仅有侏罗—白垩系的零星露头，前震旦系和岩浆岩分布较广。震旦系仅在西南边缘有零星出露，但不属本区范围。前震旦系敦煌群由变质程度较深的片岩、片麻岩组成，其中尚有大量酸性侵入岩分布。

Ⅳ．祁连山地层区：其范围与祁连山地槽褶皱系一致，包括走廊、北祁连、中祁连和南祁连四个分区。区内除太古界未见出露外；其余地层发育齐全。前震旦系变质作用强烈，构成古老基底，主要分布在中祁连分区。震旦系为一套浅变质的碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩，以角度不整合复于前震旦系之上，厚度巨大。下古生界沿中祁连分区的南北两侧呈带状展布，北祁连分区古生界除下寒武统缺失外，其余地层发育完整，自二叠纪开始全为陆相沉积，中新生界多为山前拗陷或断陷沉积。南祁连分区至晚三叠世才结束海相沉积。在祁连山区的高山区普遍见有第四纪冰川沉积。

Ⅳ$_1$．走廊地层分区：位于河西走廊，西起阿尔金断裂，向东经酒泉、张掖、武威直达宁夏固源、中卫以东。南界祁连山北缘大断裂。前震旦系为一套变质碎屑岩；下古生界为海相碎屑岩、碳酸盐岩和火山喷发岩沉积；下寒武统缺失。上古生界泥盆系为陆相碎屑岩建造；石炭系为海陆交互相含煤沉积；二叠系至中下三叠统为陆相碎屑岩沉积；上三叠统因印支运动影响而普遍缺失。侏罗系和白垩系均为陆相碎屑沉积，上白垩统分布不广，大部分地区缺失。新生界缺失古新统和始新统，第四系各种类型的陆相沉积遍布全区。

Ⅳ$_2$．北祁连地层分区：范围与北祁连优地槽褶皱带一致，位于走廊地层分区之南，中祁连地层分区之北，呈北西—南东向带状展布。区内古生界发育齐全，下古生界由一套海相碎屑岩、硅质岩、喷发岩和碳酸盐岩组成，一般均经受区域变质，厚达20000米以上，其中岩浆活动强烈。由于构造运动频繁，各系之间均有角度不整合存在，属地槽型沉积。泥盆系的磨拉石建造，是祁连地槽回返后的产物。自早石炭世至早中三叠世，普遍认为该区为稳定

表3-1 甘肃西部地层发育特征简表

地层	单位 \ 沉积相及建造 \ 地层分区	天山内蒙地层区		塔里木地层区	阿拉善地层区	祁连山地层区			
		北山分区	内蒙分区			河西走廊分区	北祁连分区	中祁连分区	南祁连分区
新生界	第四系	陆相碎屑堆积	陆相碎屑堆积夹膏盐,风成砂堆积	陆相碎屑,膏盐风成砂堆积	陆相碎屑,膏盐,风成砂堆积	陆相碎屑堆积,膏盐,风成砂堆积	陆相碎屑堆积冰川,冰水堆积	陆相碎屑堆积冰川,冰水堆积	陆相碎屑,风成砂,冰川,冰水堆积
新生界	第三系	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩夹膏盐建造	陆相碎屑岩建造	陆相含膏盐碎屑岩建造	陆相含膏盐碎屑岩建造	陆相含膏盐碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造	陆相含膏盐碎屑岩建造
中生界	白垩系	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩含膏盐建造	陆相碎屑岩夹基性火山岩建造	陆相含膏盐碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造
中生界	侏罗系	陆相碎屑岩含煤建造	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩夹基性火山岩建造	陆相碎屑岩含煤建造	陆相碎屑岩含煤建造	陆相碎屑岩含煤建造	陆相碎屑岩含煤建造	陆相碎屑岩建造
中生界	三叠系	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造			陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造	陆相,海陆交互相碎屑岩建造	海相,海陆交互相碎屑岩建造
古生界	二叠系	海相碎屑岩、碳酸盐、火山岩建造	海相碎屑岩,碳酸盐岩火山岩建造		海相,海陆交互相碎屑岩,碳酸盐岩建造	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩含煤建造	陆相,海陆交互相含煤建造	海相碎屑岩,碳酸盐岩建造
古生界	石炭系	海相碎屑岩,碳酸盐岩火山岩建造	海相碎屑岩,碳酸盐岩火山岩建造		海相碎屑岩,碳酸盐岩,火山岩建造	海相,海陆交互相含煤碎屑岩,碳酸盐岩建造	海陆交互相碳酸盐岩,含煤碎屑岩建造	海相碳酸盐岩,碎屑岩建造	海陆交互相含煤碎屑岩,碳酸盐岩建造
古生界	泥盆系	海相碎屑岩、火山岩建造	海相碎屑岩,火山岩碳酸盐岩建造		陆相碎屑岩,火山岩建造	陆相碎屑岩建造	陆相碎屑岩建造		陆相碎屑岩建造
古生界	志留系	海相火山岩,碎屑岩建造	海相碎屑岩,碳酸盐岩,火山岩建造			海相碎屑岩,火山岩建造	海相碎屑岩,火山岩夹碳酸盐岩建造		海相碎屑岩,火山岩建造
古生界	奥陶系	海相碎屑岩,火山岩,硅质岩建造				海相碎屑岩,碳酸盐岩火山岩建造	海相碎屑岩,碳酸盐岩火山岩建造		海相碎屑岩火山岩建造
古生界	寒武系	海相碎屑岩,碳酸盐岩,硅质岩建造				海相碎屑岩,碳酸盐岩建造	海相火山岩,碎屑岩建造		
元古界	震旦系	海相碎屑岩,碳酸盐岩建造	海相碳酸盐岩,碎屑岩建造	海相碎屑岩,碳酸盐岩建造	海相碎屑岩,碳酸盐岩建造		海相火山岩,碳酸盐岩,碎屑岩建造	海相火山岩,碳酸盐岩,碎屑岩建造	海相火山岩,碳酸盐岩,碎屑岩建造
元古界	前震旦系			中—深变质岩,变质火山岩	中—深变质岩	中—深变质岩	中—深变质岩,变质火山岩	中—深变质岩变质火山岩	中—深变质岩

据甘肃省地质局地质矿产图说明书

地台型沉积，石炭系为海相或海陆交互相沉积，分布广泛，厚度不大。自二叠纪开始，海水退出，该区接受陆屑沉积，但上三叠统普遍缺失。侏罗系是一套含煤碎屑岩。白垩系则为山间小盆地沉积，以沼泽相、河湖相为主。第三系为湖泊、河流相碎屑岩夹膏盐沉积。第四系冰川堆积虽占有相当重要的位置，但坡积、冲积、洪积也很发育。

IV_3.中祁连地层分区：位于南北祁连分区之间。区内地层以前震旦系与震旦系为主体，组成祁连中间隆起带的基底，在震旦纪末即已升出海面不再接受沉积，只在隆起边缘区有不全的古生界和中、新生界分布。区内长城系为一套中浅变质岩系，蓟县系、青白口系以浅海相沉积为主。震旦系也以浅海相碳酸盐岩为主，夹有板岩及火山岩，厚达万米以上。下古生界发育不全，仅有下—中奥陶统的出露；上古生界在本区西部边缘发育较全，东部兰州一带仅有下二叠统分布，其余皆缺失。在民和盆地古生界全部缺失，中新生界直接覆盖于震旦系之上。

IV_4.南祁连地层分区：横跨甘肃、青海两省，大部分在青海省内，包括乌兰大坂，土尔根大坂，哈拉湖以及阿尔金山南麓一带。该区地层主要特征是下古生界发育，自奥陶系至第四系均有分布。下古生界由海相碎屑岩组成，并夹有火山岩。上古生界底部为陆相碎屑岩，其上均为海陆交互相及海相沉积，三叠系为海相沉积，这与中祁连和北祁连分区不同。

第二节　元古界

甘肃西部地区元古界由各类变质岩组成，震旦系比较发育，前震旦系分布零星。对元古界前震旦系和震旦系的划分，其中包括时限划分和地层年代单元的归属，都经过了多次的变化。60年代以来，由于较广泛地采用了同位素测定、微古植物和叠层石鉴定等新技术、新方法，使得对震旦系的研究进入到新阶段，因而订正了1959年第一次全国地层会议对震旦系的传统划分意见。50年代和60年代划分的震旦系包括青白口、蓟县、长城三个统。1975年8月在北京召开的中国震旦系讨论会，基于在震旦系古生物研究方面取得了新成果，提供了新的地层划分与对比依据，将原来的震旦系自上而下划分为：震旦、青白口、蓟县、长城四个系，同时建立了震旦亚界。1979年全国第二次地层会议认为，“亚”界是辅助性的时代地层单位，使用较少，而且按一般规定“界”不应以专有名字命名，另外两级地层单位共用一个专名的办法也不符合国际惯例，因此决定取消“震旦亚界”一名。本志采用上元古界包括震旦系和青白口系；中元古界包括蓟县系、长城系；下元古界包括五台系、滹沱系的分层意见。该区敦煌群、龙首山群、阿拉善群、马衔山群、北大河群等均属下元古界（图3－2）。

一、下元古界（Pt_1）

下元古界露头分布零星。解放前孙健初对玉门镇、安西、敦煌一带的深变质岩命名为敦煌杂岩系，后改为敦煌群。东部出露的阿拉善群、龙首山群、北大河群、马衔山群等也归属于下元古界。由于对本区元古界研究程度不够，尚未取得为大家所公认的地层年代划分意见。现将各群简述如下：

（一）敦煌群（Pt_1dn）

分布于敦煌火焰山、三危山，安西赤峡山以及塔里木盆地南缘。由中、深变质岩系与混合杂岩组成，岩性变化大，构造复杂。甘肃省区测队根据岩石组合，变质程度，沉积建造等特征自下而上将其划分为四个岩组：

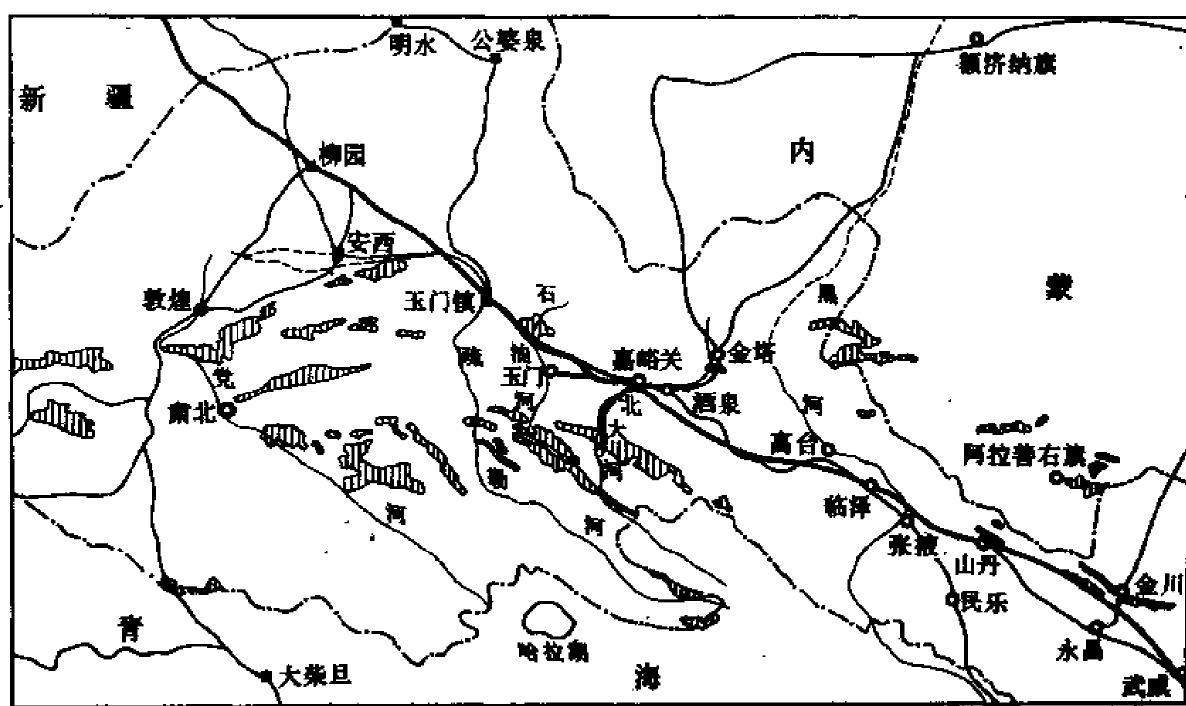


图3－2 甘肃西部前震旦系露头分布图

1. 第一岩组：由眼球状、条痕状混合岩、角闪黑云片麻岩、角闪黑云斜长片麻岩、石榴石黑云片麻岩、二云钾长片麻岩、石榴云英片岩、黑云石英片岩等组成，可能相当于铁铝榴石角闪岩相，厚度大于836米。

2. 第二岩组：分布于火焰山、东巴兔、旱峡口、石包城、柳城子等地。由各类大理岩及白云石大理岩组成，基本上为比较稳定的海相碳酸盐岩建造，其变质程度相当于铁铝榴石角闪岩相，厚度为1056～ 2782米。

3. 第三岩组：分布于塔里木盆地南部边界阿克塞县柳城子沟至石包城一带。岩性主要为二云石英片岩、白云石英片岩、黑云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩以及混合岩，并夹有多层大理岩，偶见有角闪石岩，石榴石透辉石岩，厚度大于6737米。

4. 第四岩组：分布于火焰山、小宛南山、东巴兔等地。下部为变质火山岩系，包括中性、中碳性、酸性熔岩及凝灰岩；上部为一套绿色片岩相，包括绿泥黑云片岩、绿泥石英片岩、绿帘绿泥片岩等，厚度2578米。

自1938年孙健初命名"敦煌系"以来，到目前还没有足够的资料说明其时代归属。根据侵入于敦煌群的片麻状花岗岩中锆石的同位素年龄值为7.9亿年，其地质时代成早于晚震旦世，但从岩性对比考虑，敦煌群与龙首山群颇为接近，而龙首山群中片麻状花岗岩的同位素年龄值为17.86亿年，据此《西北地区区域地层表甘肃省分册》(以下简称甘肃地层表)将敦煌群的地质时代归属于下元古代。

(二) 龙首山群(Pt_1ln)

分布于中朝准地台阿拉善台隆区的龙首山、北大山一带。金塔县鸳鸯池水库也有零星

出露，与太古界一起构成中朝准地台的基底。1960至1966年甘肃省区测队在龙首山区的韩母山、墩子沟一带发现含叠层石的下震旦统不整合于一套变质岩之上，并在此变质岩系中获得侵入其中的伟晶岩同位素年龄值为17.40亿年，据此将其划归为前震旦系，命名为“龙首山群”，并认为与前人在北大山命名的“北大山群”可以对比。岩性由深变质的片麻岩、结晶片岩、大理岩、混合岩等组成。在永昌县白家咀子出露最大厚度达5352米，分上下两个岩组。下岩组为白家咀子组，由黑云母片麻岩、白色大理岩、条带状混合岩组成，厚达3754米，该组蛇纹石大理岩中的白云母同位素年龄值为14.77亿年。上岩组命名为塔马子沟组，分布于龙首山北坡塔马子沟一带，为灰黑色二云母石英片岩、黑云母石英片麻岩夹石墨大理岩，厚达1607米，侵入该组的伟晶花岗岩中的白云母同位素年龄值为17.19亿年。在永昌县塔马子沟的伟晶花岗岩及片麻状花岗岩的白云母同位素年龄值为17.40亿年。根据龙首山群岩性、层序、变质程度及含矿层位等特征，与敦煌群大致可以对比，龙首山西段大致相当敦煌群的第一、二岩组，东段墩子沟一带，大致相当于敦煌群的第二、三岩组。但其出露厚度远远小于敦煌群。从绝对年龄值与岩性方面对比，龙首山群属早元古代问题不大，但也有人认为龙首山群可能与五台群相当。

(三) 马衔山群(Pt_1mx)

该群主要分布在祁连山区的天祝县金沙峡、兰州以南马衔山一带，永靖县刘家峡也有出露，为一套经受混合岩化的深变质地层。主要为各种混合岩，其次是片麻岩及片岩夹大理岩、白云岩，厚度大于4995米。在马衔山地区，按岩性特征和混合岩化作用将其分为三个岩组：下岩组为眼球状黑云母斜长混合岩、眼球状黑云二长混合岩、混合质花岗岩，夹混合质黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩及白云岩，厚度大于1862米。中岩组为眼球状、条痕状黑云钾长混合岩、眼球状二长混合岩夹少量混合质黑云斜长片麻岩、二长角闪岩等，厚3162米。上岩组为条带状黑云二长混合岩、混合质钾长片麻岩、角闪中长片麻岩，夹眼球状黑云斜长混合岩、混合质黑云斜长片麻岩、角闪斜长片岩、石榴白云石英片岩及扁豆状白云岩、大理岩，厚度大于1200米。该群总厚4994米以上。

马衔山群未获得古生物与同位素年龄资料，是一套普遍混合岩化的中一深变质岩系。在马衔山地区见下震旦统兴隆山群不整合覆盖其上，说明属前震旦纪是可信的，但是否属早元古代尚需研究。

(四) 阿拉善群(Pt_1al)与北大河群(Pt_1bd)

阿拉善群分布于金塔大山口、阿拉善右旗红柳沟、民勤县山口子一带，组成北大山主体，呈北西西向断续带状展布。岩性主要为片麻岩、片岩，次为条带状及条痕状混合岩夹大理岩及石英岩，厚880～4017米。

据宁夏自治区的资料，该群向东已延伸至雅布赖、西山、七个井一带。侵入该群的辉长岩中的角闪石同位素年龄值为10.56亿年，并见长城系以角度不整合覆盖其上，因此划为下元古界是可信的，可能与龙首山群的时代相当。

北大河群分布于祁连山区的北祁连和中祁连分区，以北大河出露较好，主要由一套区域变质的片麻岩、片岩、大理岩及变质火山岩组成。可分为上下两个岩组。下岩组以片麻岩和各种片岩为主，夹大理岩及白云岩，局部混合岩化。上岩组为片岩和碳酸盐岩，含沉积变质铁矿。总出露厚度大于6000米。

在侵入下岩组的片理化辉长伟晶岩中的黑云母，用钾—氩法测得同位素年龄值为4.87亿年，甘肃地层表将其列于长城系朱龙关群之下。

二、中元古界(Pt_2)

属中元古界的长城系和蓟县系，在本区均有露头。分布于北山区、内蒙区和塔里木区的有白湖群、平头山群；分布于祁连山区的有党河群，朱龙关群；分布于阿拉善区的有墩子沟群。

(一)白湖群(Pt_2bh)

东起内蒙额济纳旗狼心山，西至北山区的星星峡一带均有分布。受区域断裂控制，略呈东西向条带状分布，向西延展至新疆的穹塔格及依格孜塔格北坡。为浅海—滨海相沉积，岩性主要是一套变质的碎屑岩，以肃北县白湖南出露较全。根据其岩性特征及沉积旋回性，大致可分为三个岩组。总厚度大于5234米。

下岩组由灰黑色黑云变粒岩、含榴黑云石英片岩、条带状石英岩、暗绿色绿泥石英片岩、透辉石变粒岩和米黄色大理岩夹石英岩等组成，厚度达1156米。中岩组由千枚岩、石英岩、黑云石英片岩和含钙砂质板岩等组成，厚3107米。上岩组由钙质浅粒岩、条带状浅粒岩、大理岩和黑云斜长片麻岩夹云母石英片岩等组成，厚度大于666米。该套地层在额济纳旗黑大山剖面厚度仅2139米，上部为浅变质的碎屑岩夹石灰岩，下部为中基性火山岩夹浅变质的碎屑岩及石灰岩。厚度东薄西厚，火山岩在西部分布很少。其地质时代属长城纪。

(二)平头山群(Pt_2pn)

分布于甘肃肃北县及内蒙巴丹吉林一带，在北山地区的牛圈子、红柳园和红柳大泉等20万分之一的地质图幅内均可见到。前人对此地层曾命名为"园藻山群"及"同昌口群"。因此套地层在平头山出露较全，研究较详，甘肃省地质局区测二队于1968年将原名废除，新命名为"平头山群"。

该群按岩性及沉积旋回可划分为三个岩组，总厚491米至3360米，为浅海—滨海相沉积。岩性主要为灰白—灰黑色厚层状白云质大理岩、硅质白云质大理岩和薄层结晶灰岩。下部大理岩夹条带状燧石。中部夹玫瑰色石英砂岩、石英岩、竹叶状灰岩和鲕状大理岩。上部夹有紫灰、灰色变质粉砂岩、千枚状泥质粉砂质页岩在本群的各岩组中均产丰富的化石，经鉴定有叠层石：*Conophyton lituus*, *Conophyton basalticunm*, *Collenia* f., *Conophyton* sp., *Scopulimorpha* f., *S. regularis*, *S. unca*, 和微古植物化石：*Lermontovaephcus* sp., *Balias* sp. *Microphyton defilitum*, *Oeridoligotriletum* sp., *Tyloligotriletum* sp., *Stenoznoligotriletum* sp., *Trachyoligotriletum* sp., *Leroligotriletum* sp.。

甘肃省地质局研究认为平头山群与华北地区蓟县系上统铁岭组相当，但也有人认为有属震旦系的可能。

(三)墩子沟群(Pt_2dn)

分布于阿拉善区的临泽县穿心河地区，向东经墩子沟至民勤县红崖山等地。由于墩子沟一带研究较详，故命名为墩子沟群。

按岩性特点可分为三个亚群，下亚群为变质长石石英砂岩及变质砾岩。中亚群为硅质条带灰岩及硅质灰岩，局部夹变质辉绿岩。上亚群为灰绿色粉砂质千枚岩及条带状结晶灰岩。总厚度大于1880米，属海进浅海相沉积。

出露于阿拉善右旗的墩子沟群，上部主要为云母片岩及绿泥绢云片岩，偶夹大理岩及结晶灰岩。顶部为条带状黑云斜长混合岩及混合花岗岩。在混合岩夹的炭质板岩中含微古植物化石*Protoleiosphaeridium* sp.，中部大理岩中含微古植物化石*Leiominuscula* sp., *Trematosphaeridim* sp.等。另外在永昌草大板灰岩中也含有微古植物化石*Balios* sp.。

墩子沟群不整合于下元古界龙首山群之上，含 *Conophyton* sp.，及小型藻类化石。因此将其时代定为长城纪—蓟县纪。

（四）党河群（Pt_2dn）与朱龙关群（Pt_2zh）

党河群分布于中祁连山区肃北县城南的党河及阿尔金山东段一带。为一套滨海相碎屑岩至浅海相碳酸盐岩建造，经受过中—浅程度的变质作用。按岩性可分上、下两个岩组，总厚3540米以上。下岩组由各类片岩、大理岩、片麻岩和变粒岩组成。上岩组由结晶灰岩、大理岩夹片岩、基性火山岩及云母石英岩组成。含叠层石 *Kussiella*. f.。时代属长城纪。

朱龙关群分布于肃南县黑河上游及朱龙关河两侧的山前地区，为一套海相基性火山碎屑岩，间夹碎屑岩。可分为三个岩组：下岩组为火山含铁碎屑岩，赋存朱龙关式铁矿。中岩组以基性火山岩为主夹碎屑岩。上岩组为碎屑岩。在中岩组产叠层石 *kussiella* f.，微古植物 *Protosphaeridium* sp.，*Trematosphaeridium* sp.，在下岩组尚含有微古植物 *Leiominuscula* sp.，*Bavlinella* sp.，*Polyporata* sp.，叠层石：*Colonnella* f.，*Kussiella* f.，根据化石与岩性将其划归长城纪。

（五）镜铁山群（Pt_2jn）

分布于北祁连山区，以镜铁山一带出露较好，因此命名为镜铁山群。由一套浅变质的碎屑岩和碳酸盐岩组成。可分上、下两个岩组。下岩组为含铁碎屑岩，局部地区夹有薄透镜状火山岩，赋存铁矿层，其中含叠层石 *Baicalia* f.，*Conophyton* f.，微古植物：*Protosphaeridium* sp.，*Trematosphaeridium* sp.，将其时代归属于蓟县纪。

三、上元古界（Pt_3）

分布于本区的有大豁落山界，大柳沟群、皋兰群、兴隆山群、全吉群、韩母山群及多若诺尔群，还有没有群名的震旦系，都属上元古界的青白口纪和震旦纪地层。

（一）大豁落山群（Pt_3dh）

分布于北山区、肃北县马鬃山、大豁落山区和内蒙额济纳旗月牙山南一带。岩性主要为灰白、深灰色含燧石条带白云质大理岩和白云岩互层，下部块状白云岩中含叠层石：*Baicalia baicalica*（Maslov），*Boxonia grumulosa*，甘肃省地质局根据化石对比，认为与青白口系景儿峪组相当。

（二）大柳沟群（Pt_3dl）

分布范围不广，主要出露于肃南县斑赛尔山南较及陶莱山西段，为一套浅海相碳酸盐岩，局部地区夹有中基性熔岩，可分为三个岩组。出露厚度大于2967米。下岩组为灰色厚层硅质条带状结晶灰岩夹白云质灰岩和白云岩，未见底。中岩组为结晶灰岩、白云质灰岩、白云岩与灰绿色千枚状粉砂质板岩、泥灰岩，钙质粉砂岩交替出现。其中含叠层石 *Paraconophyton* f.，微古植物：*Laminarites* sp.，*Leiosphaeridia* sp.。上岩组为钙泥质板岩、粉砂质板岩、白云质灰岩互层，含微古植物：*Protosphaeridium* sp.，*Trematosphaeridium* sp.。根据化石对比，以及与上覆地层震旦系为角度不整合接触关系，确定其时代为青白口纪。

（三）震旦系（Z）

“震旦”一词用于地层专名，是1882年F. V. 李希霍芬首先使用。1922年，A. W. 葛利普根据中国的研究成果重订震旦系涵义，正式提出震旦系作为“系”一级的地层单位。1924年李四光在长江三峡建立了完整的震旦系剖面。一触认为北方震旦系和南方震旦系不属同期产物，而是一种新老关系。1975年8月中国震旦系讨论会将北方原“震旦系”的长城统、

蓟县统、青白口统均提升为“系”一级的单位。在上部新增加了一个震旦系，其下统由莲沱组，南沱组，上统由陡山沱组，灯影峡阶组成(如表3－2)。

表3－2 中上元古界划分表

界	系	统	组	年龄值(亿年)
上元古界	震旦系	上统	灯影峡(阶)	6.15～7
			陡山沱	
		下统	南沱	7～8
			莲沱	
	青白口系	上统	景儿峪	8～9
			骆驼岭	
		下统	下马岭	9～10
中元古界	蓟县系	上统	铁岭	10～12
			洪水庄	
		下统	雾迷山	12～14
			杨庄	
	长城系	上统	高于庄	14～17
			大红峪	
		下统	团山子	17～18
			串岭沟	
			常州沟	

分布在北山区的震旦系，由冰碛底砾岩、灰色千枚岩、板岩、厚层石灰岩和白云岩组成，在石灰岩中含花纹石 *Vesicularia coalife*，厚达1045米。分布在龙首山和阿拉善右旗一带的震旦系命名为韩母山群。分布在塔里木区安南坝一带的震旦系命名为全吉群。中祁连山区的震旦系与青白口系不分，按沉积旋回划分为上、中、下三个岩组，总厚大于8000米，统称为多若诺尔群；下岩组是由一套陆缘、滨海相碎屑岩建造组成的海侵沉积层序，其下与托莱南山群不整合接触；中岩组为一套陆缘滨海相碎屑岩及中基性喷发岩和陆缘碎屑岩建造；上岩组为一套浅海相碳酸盐岩建造；总厚6189米以上。

分布在北祁连山区肃南县北大河西岸二道沟口和白杨沟一带的震旦系，出露厚度大于1042米；由一套浅变质的碎屑岩与硅质灰岩组成，其中夹贫铁矿及石英砂岩透镜体，与下伏青白口系大柳沟群呈角度不整合接触(图3－3)。

1. 全吉群(Zqj)

分布于塔里木盆地安南坝一带，按岩性分为上、下两部。下部为砂、砾岩、石英岩、白云岩、硅化白云岩及含燧石条带的白云岩，在白云岩中产叠层石 *Colonnella* f.，*Cryptozoon* f.。上部以白云岩和白云质灰岩为主，局部夹石英岩，含有丰富的叠层石：*Conophyton quanjishanensis*，*Linella* f.等。

2. 韩母山群(Zhn)

分布于永昌县韩母山到阿拉善右旗藏布台一带，民勤县青山也有零星出露。据岩性及含矿性特点分上、下两个亚群。下亚群上部为暗色泥质灰岩、石灰岩与千枚岩互层；下部为灰绿、暗灰色千枚岩夹泥炭质灰岩、变质石英砂岩、变质砂质磷质岩；底部为含砾千枚岩及角砾状灰岩，厚995～1079米。上亚群为灰、淡红色石灰岩夹泥质条带、似竹叶状灰岩及假鲕状灰

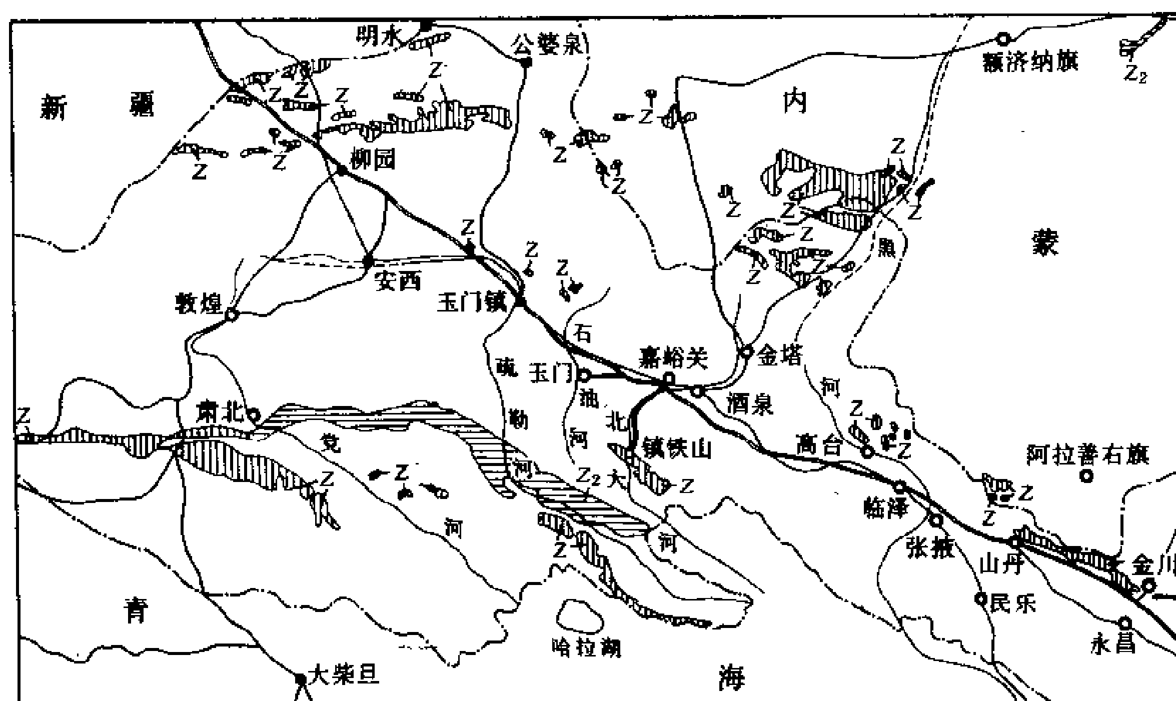


图 3－3　甘肃西部震旦系露头分布图

表3－3　甘肃西部前震旦系划分表

地层区 地层系统		年龄值 (亿年)	天山 内蒙区	塔里木区	阿拉善区	祁连山区
上元古界	震旦系	6.15～8	浅灰色石灰岩，白云岩，冰碛底砾岩 15～1045m	全吉群 >3200m	韩母山群 5352m	震旦系 >699m，甘南二道沟，多若诺尔群，皋兰群，兴隆山群
	青白口系	8～10	大豁落山群 >3241m			大柳沟群 >2967m
中元古界	蓟县系	10～14	平头山群 >3360m	平头山群	墩子沟群	镜铁山群 >2614m 托莱南山群
	长城系	14～18	白湖群 >4929m	白湖群		朱龙关群 >3179m 党河群 2544m
下元古界	滹沱系	18～22		敦煌群 >2578m	阿拉善群 >4017m 龙首山群	北大河群 >6000 m 马衔山群
	五台系	22～26			5352m 北大山群	
太古界						

岩，总厚大于805米。在民勤县青山剖面上部结晶灰岩中含微古植物 *Brocholaminaria* sp.。

韩母山群底部砾岩具有砾石成份复杂、分布稀疏、磨圆度差、砾径大小悬殊等特点，有人认为属冰碛成因，可与南沱冰碛砾岩对比；上部则可与陡山沱组和灯影灰岩对比，这样就属南方震旦系无疑了，但目前资料尚嫌不足。已见厚度1079米。

韩母山群与下伏墩子沟群呈角度不整合接触。也有人将韩母山群划为震旦系上统，墩子沟群划为下统。

总之，对本区震旦系及其以前的地层研究还很不够，确定时代的依据也不充足，同位素年龄测定和化石依据很少，尚存在不少问题有待今后研究解决。现将目前的地层划分列表如下(见表3－3)。

第三节 古生界

古生界在本区分布广泛，出露齐全，研究较详。自1878～1880年奥地利人L. V. 洛采对本区作路线地质观察以后，数十年来，中外地质工作者对北祁连山的浅变质岩系，一直沿用"南山系"或"南山砂岩"作为下古生界的通称。1894年奥勃鲁契夫以及1934年孙健初、侯德封认为南山系的时代应包括泥盆纪以前一直到元古代的地层。1945年王尚文把南山系分为"旱峡系"、"泉脑沟系"、"妖魔山系"，分别相当于泥盆系、志留系、寒武—奥陶系。1956～1958年中国科学院和甘肃区测队经过研究后认为"南山系"只包括寒武、奥陶、志留三个系，并认为北祁连山区泥盆系可能缺失；而王尚文将旱峡系划归泥盆纪是根据奥勃鲁契夫在旱峡西侧东大窑采获泥盆纪化石而定的。化石有：*Spirifer elegans*, *Spirifer anosoffi*, *Atrypa alinensis*, *Rhynchonella alinensis*。目前虽然已废除"南山系"一词，代之以下古生界，但对旱峡系的时代归属仍存在不同意见，如甘肃区测队翟毓沛等认为旱峡群应包括有早泥盆世的沉积。

北山地区的古生代地层研究程度较低，奥陶—志留系很难划分，寒武系和奥陶系出露不多。志留系仅在北山南部以东地段较为发育。阿拉善台隆区下古生界普遍缺失。

一、寒武系(Є)

本区寒武系不甚发育，仅北山地区上、中、下三统均有出露，呈带状展布，以海槽相硅质灰岩沉积为主，富含生物化石。南、北祁连山分区以火山活动频繁及缺失早寒武世沉积为特征。塔里木区和阿拉善区普遍缺失寒武纪沉积(图3－4)。

(一)下寒武统($Є_1$)双鹰山组($Є_1s$)

1958～1960年甘肃省祁连山地质队将双鹰山、豹皮山、弓形山、大红山的下寒武统命名为双鹰山群。1960～1961年甘肃省疏勒河地质队，在方山口磷矿区板岩中采获古杯海绵化石。1964年中国科学院兰州地质研究所北山队在大豁落山地区发现了寒武纪的三叶虫化石，并划分了下寒武统双鹰山组、大葫芦组和中—上寒武统马鬃山群。1965年新疆地质研究所在大豁落山至泽鲁木一带收集了许多寒武系资料，并划分了下寒武统大葫芦组、中寒武统双鹰山组和上寒武统锡林柯博组。同年，甘肃区测二队一分队在大豁落山、双鹰山、锡林柯博、沙中等地采到丰富的三叶虫、笔石、头足类等化石，划分出了寒武纪和奥陶纪的地层。1966年甘肃省区测二队一分队与西北地质研究所下古生代地层专题组，在大豁落山

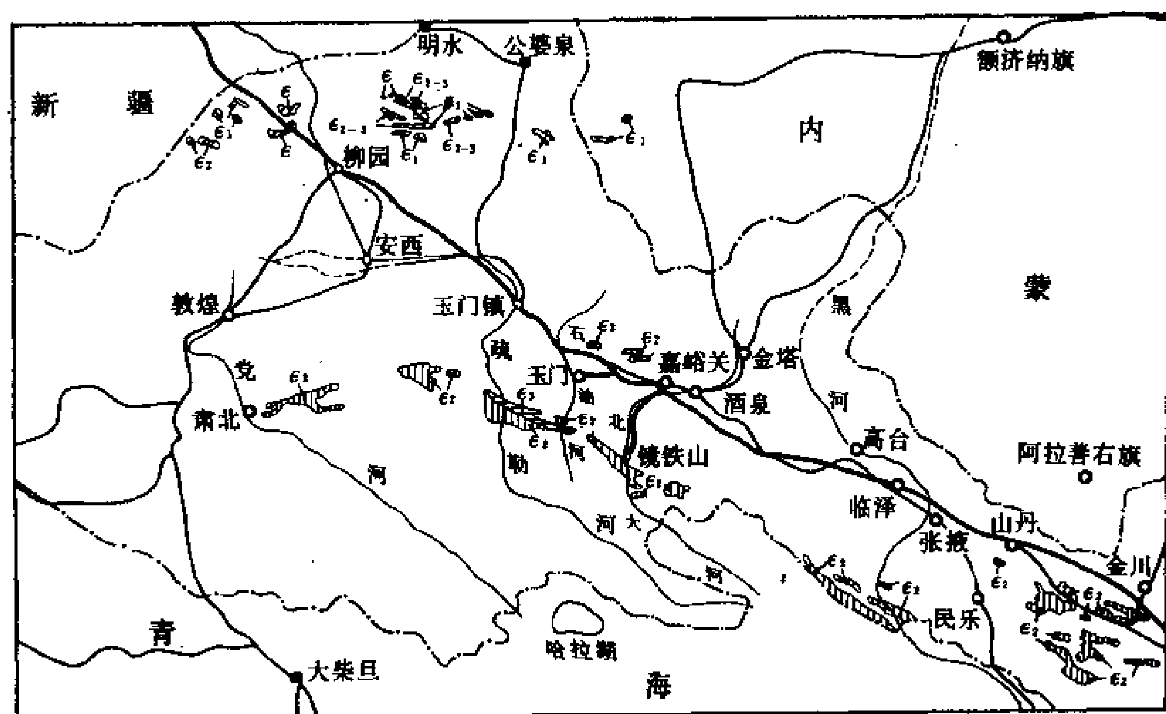


图3－4 甘肃西部寒武系露头分布图

至泽鲁木一带对寒武一奥陶系进行了系统剖面研究，采集了大量化石，基本建立了寒武系层序，即下寒武统双鹰山组，中一上寒武统西双鹰山群。

双鹰山组零星分布于北山区的马鬃山、大豁落山、双鹰山、方山口以及内蒙额齐纳旗月牙山等地区。属滨海相沉积。总厚度达 813 ～ 1810 米。按岩性分上、中、下三部分；下部为大理岩、页岩、粉砂岩、砾岩，页岩中夹有锰矿层。在大豁落井产三叶虫：*Edelsteinaspis* sp.，*Calodiscus* sp.，*Bonnia* sp.；软舌螺；*Hyolithes* sp.，中部为硅质白云岩、薄层含磷结核硅质岩、含砾生物灰岩及结晶灰岩，产三叶虫：*Bergeroniellus* sp.，*Kootenia* sp.，*Erbia spinellosa*，*Serrodiscus areolosus*，*Pagetia* sp.。上部为黑色硅质岩和含磷条带的硅质岩及含磷结核的深灰色薄层结晶灰岩；结晶灰岩内含三叶虫：*Galahetes Opimus*，腕足类：*Lingulella* sp.，*Acrothele* sp.. 等化石。

（二）中寒武统（$€_2$）

1.香山群（$€_2$xn）

分布在祁连山区走廊分区的香山群，前人曾命名为“走廊群”，时代划为寒武 — 奥陶纪，或奥陶一志留纪。1960 ～ 1968 年甘肃省地质局区测一队和宁夏区测队及西北地质研究所证实了“走旗群”属中寒武世地层，并新命名为“香山群”。主要分布于宁夏回族自治区同心县西北的香山，向西呈断续状出露于民勤、武威、河西堡、嘉峪关市榆树沟山和玉门市宽台山地区。在宁夏香山出露厚度达4720米以上，岩性为一套海相浅变质砂岩、板岩或千枚岩夹石灰岩、硅质岩。在石灰岩和板岩中含三叶虫：*Inouyia Capax*，*Metagraulos* sp.，*Proasaphiscus*? sp.，*Anomocaracea*。腕足类：*Obolella* sp.，*Lingulella* sp.。嘉峪关市大黑山大黑山和玉门市宽台山出露的香山群，为海相碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩，按岩性分两个

岩组。下岩组为砂岩、板岩、硅质板岩、含砾砂岩及云母石英片岩、硅质灰岩。上岩组为云母石英片岩、石英片岩夹灰绿色安山玢岩，局部见片麻岩条带。厚度大于 1587 米。顶底出露不全，均为断层切割。根据岩性特征与变质程度可与黑茨沟组对比，故定为中寒武世，但无化石依据。

2. 黑茨沟组（ϵ_2h）

北祁连山区肃南一带的中寒武统，是 1956 年刘若新等在梨园河上游白泉口以南发现含三叶虫 *Agnostid* 的泥灰岩层，疑为寒武系。1957 年刘若新在检查中，于同一石灰岩层中发现了保存完好的三叶虫，经卢衍豪、杨遵仪鉴定为*Damesella*，初步肯定祁连山有中寒武统存在。1958 年甘肃省区测一队在天祝黑茨沟发现中寒武世的标准化石，建立了“黑茨沟组”。1969 年甘肃省区测二队在北祁连山西段格尔莫沟采到了中寒武统张夏阶三叶虫。

黑茨沟组分布于北祁连山区，以肃南县分布较广，向西延至昌马堡子以西的鹰咀山、香毛山、玉门市西南大河沟脑和祁连县野牛台及其以东地带。岩性为一套海底喷发的中酸性至中基性火山岩，夹石灰岩、砂岩和千枚岩。其中含三叶虫：*Ptychagnostus* sp.，*Peronopsis* sp.，*Kootenia* (*Tienzhuia*) *Kansuensis* Chu，*Damesella* sp.，*Pagetia* sp. 等化石。厚度由东向西急剧增大，最大可达 7083 米。东段变质普遍，西段变质轻微。黑茨沟组与下伏前震旦系呈不整合接触，与上覆上寒武统呈整合接触。

分布于肃南县野牛台川刺沟的中寒武统，出露厚度达 7200 米。分三个岩组：下岩组为白云石英片岩、片理化中酸性凝灰岩、石英岩、硅质岩及结晶灰岩透镜体，产三叶虫：*Anomocare* sp.，*Amphoton* sp.，*Peronopsis* sp.，*Solenoparia* sp.，*Corynexochus* sp.，等，厚度大于 2500 米。中岩组为片理化中酸性火山岩、变砂岩、绿泥片岩、蓝闪片岩、夹含锰硅质岩、英安岩及大理岩透镜体，厚度大于2500 米。上岩组为片理化中酸性凝灰岩、片理化中基性熔岩及凝灰岩，夹硅质岩、玄武安山岩、片岩及结晶灰岩透镜体，厚度达 2200 米。在祁连县相当上岩组中采到三叶虫：*Dorypyge* cf. *Laeris* (Walcott)，*Eosoptychoparia* cf. *tenuicaudata* (Endo)，*Clavagnostus* cf. *Sulcatus* Westergard.；在肃南县白泉河本地层结晶灰岩透镜体中，还采到 *Damesells* sp.，*Kaotaia* sp.等中寒武世标准分子。

酒泉西南格尔莫沟该地层分上、下两部分，主要为碎屑岩和碳酸盐岩，产三叶虫、腕足类和海绵骨针等化石。其中有：*Asaphiscus* sp.，*Taitzuia* cf. *Aojia* sp.，*Anomocarella* sp.，*Proasaphiscus* sp.，*Triplagnostus* sp.，及 *Homotreta Shantungensis* (Walcot)。出露厚度大于 227 米，其下与前震旦系呈不整合接触。

在昌马西鹰咀山，本组分为三个岩组，总厚 7083 米。下岩组为板岩与硬砂质长石砂岩，底部有石英岩，厚 1367 米。中岩组为泥质板岩、凝灰质砂质板岩、夹凝灰质长石砂岩、角斑岩质熔凝灰岩和硅化灰岩，厚 1653 ~ 2994 米。石灰岩中产三叶虫：*Datongites* sp.，*Liopeishania* sp.，*Hypagnostus* cf. *Latelimbatas* (lorenz)。上岩组为泥质板岩、硅质岩、凝灰岩、夹细碧玢岩，在下部的含锰硅质岩中含沉积锰矿，厚 558 ~ 2722 米。

上述地层剖面及三叶虫化石证明各地岩性相差不大，仅东部火山岩发育。根据三叶虫化石对比与华北地区中寒武统张夏阶基本一致，其中：*Damesella*，*Amphoton*，*Taitzuia* 为张夏阶上部带化石，*Lisania*，*Prohedinia* 等则为张夏阶标准分子，故黑茨沟组的时代归属中寒武世依据是充分的。

（三）中一上寒武统：西双鹰山群（ϵ_{2-3}xs）

零星分布于安西县方山口，肃北县双鹰山、梧桐井、额济纳腕月牙山地区。为浅海相

沉积。岩性为黑色硅质岩和深灰色结晶灰岩及碎屑灰岩。最大厚度1744米。西双鹰山出露厚度仅48米，富含三叶虫及少量腕足类、腹足类化石。本群岩性、岩相及其厚度变化较大，在罗雅楚山至大豁落山一带为一套硅质岩、石灰岩、硅质灰岩夹少量钙质碎屑岩，普遍含磷。在马鬃山南梧桐井一带岩石变质较深，主要为硅质岩，局部为二云石英片岩。在月牙山一带为灰绿色砂岩夹石灰岩及大理岩透镜体；石灰岩中产三叶虫：*Amphoton* sp.，*Dorypyge* sp.，*Kootenia* sp.。腹足类：*Helcionelle* sp.。在双鹰山产三叶虫：*Solenoparia* cf. *hsihkiangensis*，*Acrocephalina* sp.，腕足类：*Helotonella* sp.；在大豁落山西产三叶虫：*Homagnostus* aff. *hoiformis*，腕足类：*Westonia* sp.；在方山口和照东一带采有微古植物：*Leiosphaeridia* sp.。

西双鹰山群与下寒武统相伴而生，在西双鹰山出露的岩性，主要为黑色薄层硅质岩与深灰色结晶臭灰岩互层，在臭灰岩中产三叶虫：*Cyclolorenzella* sp.，*Agnostidae*。厚度大于48米，与上覆奥陶系呈平行不整合或整合接触。

在梧桐井该群下部以砂板岩为主夹有石灰岩。上部以石灰岩为主夹砂岩、板岩，出露厚度达1774米。根据中寒武世三叶虫：*Lejopyge*，*Ptychagnostus*，*Diplagnostus*，*Phalacroma* 等，以及晚寒武世标准化石 *Changshania*、*Glyptagnostus reticulatus* 等，确定西双鹰山群为中晚寒武世地层。

（四）上寒武统（$Є_3$）

上寒武统香毛山群（$Є_3$xm）（又名二道沟组）分布于北祁连山区，玉门市昌马东南的香毛山北坡至玉门市二道沟、三道沟石油河一带。1968年甘肃省地质局区测二队，在玉门市三道沟—二道沟剖面中采到三叶虫和腕足类化石，划为上寒武统并命名为二道沟组。甘肃地层表上改名为香毛山群，其分布地点和剖面位置完全相同，但改名原因不详。

香毛山群出露零星，岩性以板岩、砂岩、凝灰质砂岩、石灰岩、硅质灰岩为主，有少量的砾岩、凝灰岩，厚度1111 ~ 1830米。在石灰岩中含三叶虫：*Proceratopyge* sp.，*Maryvillia* sp.，*Lisaniidae*，*Dorypygidae*，*Parabolinoididae* gen. mdet，腕足类：*Lingulelle* sp.，*Wimanella* sp.，*Westonia* sp.，*Eoorthis* cf. *Shakuotunensis* Sun，*Acrothela Obicularis Mansuy*.。

向西至昌马香毛山，该群岩性变为单一的千枚岩、板岩及变砂岩。出露厚度为1774米以上。与下伏中寒武统上岩组呈整合接触。

二、奥陶系（O）

奥陶系在本区分布较广，尤以祁连山区发育最为完整，化石丰富，反映奥陶纪时为一次大规模海侵时期，并有大规模的火山喷发，因此在北山和祁连山区火山岩系异常发育。阿拉善区和塔里木区奥陶系缺失。祁连山区火山喷发岩与沉积岩成互层产出，并发现有标准枕状构造，肯定为地槽下降时期的海底喷发，沉积厚度达6900米以上。在北山地区沉积厚度亦达5200米以上（图3－5）。

1945年，王尚文首先将窟窿山口的妖魔山石灰岩划为寒武奥陶纪地层，命名为妖魔山系。1956年李璞、陈庆宣，以及苏联B. M. 西尼村等提出北祁连山有奥陶系的广泛分布。同年孙殿卿和地质部柴达木石油大队在南祁连山全吉地区也发现有含奥陶纪化石的地层。1957年中国科学院尹赞勋等继续发现了早、中、晚奥陶世地层并对阴沟至南石门子的奥陶系剖面进行了仔细而系统的研究，指出妖魔山石灰岩属中奥陶统，阴沟群属下奥陶统，南石门子属上奥陶统。1958年中国科学院祁连山队在玉门西南的肮脏沟、旱峡一带，门源、

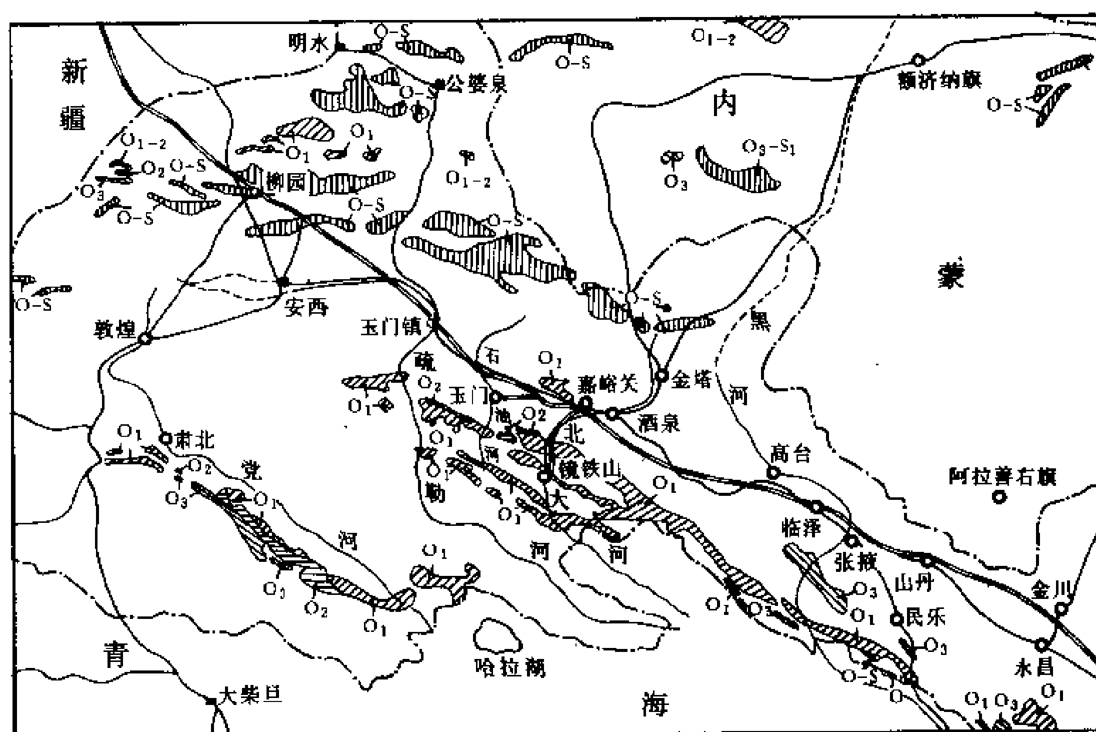


图3－5 甘肃西部奥陶露头分布图

大梁一带，及南祁连山的柴达木分地边缘欧龙布鲁克、大头羊沟、全吉及德令哈一带进行了详细的地层研究，采集了大量的古生物化石，进一步确定了晚奥陶世的南石门子统、中奥陶世的妖魔山石灰岩、羊奥陶为阴沟统。1966年甘肃区测二队在中国科学院祁连山队研究的基础上，重新命名上奥陶统南石门子组，中奥陶统妖魔山组，下奥陶统阴沟组。

北山地区奥陶系均为甘肃省地质局区测队划分确定的。1968年甘肃区测二队在砂井地区采到了羊奥陶世笔石，建立了中下奥陶统砂井群、横峦山组、锡林柯博组和花牛山群及上奥陶统白云山组。在北山北部黑鹰山、额济纳旗一带，中—下奥陶统命名为咸水湖群，中—上奥陶统希热哈达群，巴丹吉林地区尚有未分的可能为奥陶纪的地层。

（一）下奥陶统阴沟群(O_1yn)

阴沟群在走廊区与北祁连山区出露较全，在玉门市阴沟、南石门子、暗门、昌马、肃南洪水坝河以及嘉峪关市黑山均有分布。以阴沟、南石门子沟、暗门的地层层序出露较全，化石丰富，具代表性。按岩性分为三个岩组：下岩组为暗绿色安山玄武岩、火山角砾岩、霏细岩及凝灰质砂岩夹石灰岩，在火山角砾岩之上有85米厚之石灰岩与页岩互层，页岩中产笔石：*Dictyonema* sp.，石灰岩中产三叶虫和腕足类化石。三叶虫有：*Apatokephalus* yini, A. *Symphysurus nanshanensis* lu, *S. expansus* Chang et Fan, *Inkouia inkouensis* Chang et Fan, *Nileus* sp. 等，厚480米。中岩组为薄层石灰岩夹页岩、细砂岩，页岩中产笔石 *Didymograptus* sp.，*Isograptus* sp.；石灰岩中产三叶虫：*Triarthrus sinensis* Chang et Fan, *Bathyuriscops kantsingensis* Chang et Fan, *Trinodus* sp.，*Lonchodomas* sp.，*Illaenus* sp.，

厚约100米。上岩组为灰绿色、暗灰色火山角砾岩、安山玄武岩，上部为石灰岩、硅质岩、夹石英砂岩，在石灰岩内产笔石、三叶虫、腕足类和腹足类化石。笔石有：*Dictyonema* sp.，*Ptelograptus* sp.，*Glossograptus acanthus* Elles et Wood，*Cardiograptus yini* Mu. (sp. nor.)，*Phyllograptus anna* Hall; 三叶虫有：*Triarthrus sinensis* Chang et Fan. *Lonchodomas* sp.，*Megalaspis* sp.等，厚1099米。

前人将该群下岩组称火山岩组，中岩组称碎屑岩组，上岩组称上部火山岩组。三组总厚1679米。在川刺沟、清水沟及小石碑沟一带，该地层前人称"童子坝河组"，分为下火山岩组、砂板岩组、上火山岩组，三组呈整合接触。厚度大于5736米。在砂板岩组中产三叶虫、笔石、腕足类化石。有 *Didymograptus* cf.，*Simillis*, *Glyptograptus* sp.，*Sinorthis typica* Wang，*Rafinesquina* sp.，*Inkouia* cf. *inkouensis* Chang et Fan，*Szechuanella rectangula* Chang et Fan 等。

阴沟群为一套混合相火山岩、碎屑岩、碳酸盐岩沉积。与上覆中奥陶统妖魔山组呈整合接触，与下覆寒武系呈不整合或假整合接触。甘肃省地质局采用1957年尹赞勋等人的意见将其划归下奥陶统。甘肃地层表上将阴沟群划为中一下奥陶统。因无更多的研究，本志中按传统用法，仍将其归人下奥陶统。

(二) 中一下奥陶统 (O_{1-2})

1. 砂井群 ($O_{1-2}sh$)

出露于安西县方山口北、新泉一庙庙井、肃北县罗雅楚山、砂井、锡林柯博至双鹰山、马鬃山南、额济纳旗的横峦山至白云山、月牙山等地。其次在肃北县草呼勒哈德、勒巴泉、公婆泉北山南及白疙疸以东地区亦有分布。

1964年甘肃省区测队将砂井地区这套浅变质岩笼统划为寒武系。1968年甘肃区测二队一分队在砂井地区采到了早奥陶世笔石，从而自寒武系中划分出笔石相下奥陶统。主要分布在马鬃山、红柳园一带。

砂井群为一套浅海相碎屑岩沉积，按岩性及生物群特征分上下两个岩组。下岩组为长石石英砂岩、长石砂岩夹千枚岩、页岩和砂质灰岩，厚883米，与下覆地层呈平行不整合接触。上岩组为灰黑色硅质板岩、¥砂岩和薄层石灰岩，在硅质板岩中产笔石 *Didymograptus* sp.，*Trigonograptus* sp.，*Phyllograptus* sp.，厚737米。

此套地层在罗雅楚山和七角井一带、曾命名为"罗雅楚山群"，出露厚度为1921米。

2. 咸水鬃群 ($O_{1-2}xn$)

该群分布于额济纳旗额勒根乌兰乌拉，希热哈达、咸水湖西北等地。主要岩性为深灰色砂岩、板岩、中性火山岩夹火山碎屑岩、千枚岩及硅质岩，其上部常见枚多的安山玄武岩、玄武岩、硅质板岩夹少量大理岩透镜体。可见厚度为5141米。岩性分上、下两个岩组：上岩组以中性火山岩、砂岩、板岩为主，夹千枚岩及硅质岩，局部见有玄武岩和大理岩，厚度大于2389米，在北额勒根乌兰乌拉一带，上岩组之上部夹有较多的大理岩透镜体，内含有较丰富的介壳类化石。下岩组以深灰色粉砂泥质板岩、长石质硬砂岩为主，夹硅质岩及少量薄层石灰岩和该纹岩，厚度大于2752米。

3. 花牛山群 ($O_{1-2}hn$)

该群分布广泛，由敦煌县西北玉门关一带向东经安西县明舒井一古堡泉一辉铜山一花牛山一五峰山以东地区，以及肃北县四道井北山，至金塔县帐房山、营盘一线以南地区都有分布。岩性十分复杂，变质程度不一，化石贫乏。按岩性划分为上、中、下三个岩组，主要

为混合岩、片岩、片麻岩、夹大理岩、变粒岩及变砂岩，时夹少量基性及中酸性火山岩。厚度大于6749米。甘肃省地质局区测队在测制各类地质图时，将该套地层统称为奥陶—志留系。而甘肃地层表则将其划为中—下奥陶统花牛山群，其依据是在花牛山主峰、五峰山西南的长流水东南一带，上岩组见有未经混合岩化的石英角岩、堇青石角岩、变质砂岩，凝灰质板岩、钙质板岩、砂砾岩、安山岩、玄武岩及结晶灰岩，在结晶灰岩中采有腹足类：*Maclurites* sp.，*Tropidodiscus* sp.，*Donaldiella* sp.，腕足类：*Zygospira* sp.、头足类：*Discoceras* sp.等化石。在金塔县帐房山、肃北县半滩南山等地相当层位的结晶灰岩中，采到海百合茎化石，在安西县石板墩测得黑云母变质年龄为307百万年。

（三）中奥陶统(O_2)

分布范围与下奥陶统相同。在北山地区出露的中奥陶统命名为横峦山群，北祁连山区则称妖魔山组，而出露于武威斜壕、斯家沟一带的则命名为斯家沟组。甘肃地层表上将横峦山组定为中—上奥陶统，斯家沟组定为上奥陶统，而将走廊一带的中奥陶统划分为天祝组、古浪组、中堡群、车轮沟组。均为浅海相碎屑岩或火山岩的沉积。

1. 妖魔山组(O_2y)

在本区玉门昌马、妖魔山、南石门子和阴沟一带出露较全。为一套浅海相沉积，局部地段火山岩发育。主要岩性为砾岩、石灰岩、火山角砾岩、玄武质及安山质玢岩等。出露厚度大于823米。含笔石、珊瑚、腕足类及三叶虫等化石，主要化石有三叶虫：*Shumardia Transversa* Chang et Fan, *Shumardia Semicirculata* Chang et Fan，*Nanshanaspis Levis* sp. nov.，笔石：*Dicelogroptus sextans* Var. exilis, *Dicranograptus nicholsoni*, *Climacograptus latus*, *Amplexograptus* cf. *Perexcavatus*, *Glyptograptus teretiusculus* Var. Siccatus.。在昌马一带该组底部为结核状泥灰岩，上部钙质板岩，石灰岩中含三叶虫 *Ampyx* sp.，*Remopleurides* sp.，*Illaenus* sp.，腕足类：*Clitambonitidae*（Atelelasma）sp.，*Leptelloidea* sp.等化石，厚461米。

此外中奥陶统在南祁连山区的青海门源一带有较好的露头。1969年甘肃区测一队在永登县中堡石灰沟采到了本富的笔石化石，因此将该区中奥陶统命名为中堡群。

2. 横峦山群(O_2hn)

本群分布于北山区的黑魔山一带。岩性主要由安山质凝灰岩和玄武质凝灰岩组成，沿走向可相变为安山岩、玄武岩夹薄层碧玉岩。厚度大于596米，为浅海相中基性火山岩建造。1964年百万分之一玉门幅地质图说明书将此地层划为中寒武统—奥陶系，命名为"月牙山"群。1971年甘肃区测二队在横峦山该地层中采到珊瑚：*Amssasia* sp.，*Lichenaris* sp.，铁饼螺、小咀贝、海百合茎、苔藓虫等化石，划为中奥陶统，命名为"横峦山群"。甘肃地层表上将横峦山群改为横峦山组，时代划归中—统奥陶世，认为与锡林柯博组相当。

（四）中—上奥陶统(O_{2-3})

主要分布于永靖县雾宿山，经兰州市杨家庄至临洮县焰子山一带，命名为雾宿山群。属浅海相火山岩及碎屑岩沉积，以安山质、玄武质火山熔岩、火山碎屑岩为主，夹少量的千枚岩、硅质岩、结晶灰岩及砂岩，局部变质为片岩。厚度大于7017米。在下部粉砂岩中含笔石：*Orthograptus truncatus*；三叶虫 *Lonchodomas* sp.等化石。

分布于北山地区方山口、牛圈子、双鹰山、泽鲁本、锡林柯博等地的中—上奥陶统，1968～1973年甘肃区测二队命名为锡林柯博组，时代归属上奥陶统下部。甘肃地层表上将锡林柯博组归属中—上奥陶统，属浅海相—滨海相沉积，岩性主要为灰绿色千枚状粉砂

质页岩、粉砂岩和砾岩等。含丰富的三叶虫化石：*Birmanites* sp.，*Cheirurus* sp.，*Asaphus* sp.，*Metopolichas* sp.；在双鹰山南相当该剖面下部的页岩中含头足类化石：*Sinoceras Chinesis*, *Orthoceras elongatus* 和三叶虫化石：*Basi liella* sp.。

出露在内蒙额济纳旗六驼山北侧希热哈达地区的中—上奥陶统，命名为希热哈达群；主要岩性为深灰色粉砂岩、细砂岩及大理岩，夹细砾岩及少量粉砂质板岩和中基性火山岩。厚度大于1167米。在大理岩中产三叶虫：*Bumastus* sp.，*Amphilichas* sp.，*Paraceraurus* sp.，*Cyclopyge* sp.，*Rarisocerauyus* sp.，*Sphaerexochus* sp.，*Trinodus* sp.，*Illaenus* sp.，腕足类：*Plaesiomys* sp.，*Leptellina* sp.，*Orthis* sp.，*Nicolella* sp.，*Platystrophia* sp.，*Dinorthis*? sp.，*Camerella* sp.，"*Clitambonites*" sp.，苔藓类：*Leioclena*? sp.，腹足类：*Cyclonema* sp.，层孔虫：*Actinostroma* sp.等化石。上述化石相当于宝塔期至临湘期，其层位相当于马鬃山的锡林柯博组或横峦山组，而甘肃省编表意见和甘肃省50万分之一地质图矿产图说明书，将希热哈达群归于上奥陶统下部，与锡林柯博组相当。

（五）上奥陶统（O_3）

分布于祁连山区的上奥陶统，有南石门子组、扣门子组、斯家沟组和斜壕组。北山地区的上奥陶统则命名为白云山组，而巴丹吉林和额济纳旗地区没有细分，统称为奥陶系。塔里木地区没有分布。

1. 南石门子组（O_3n）

在玉门昌马、肃南大草滩、青海祁连县苏优河至门源地区均有出露，属浅海相沉积。下部以砂岩、板岩、石灰岩为主；上部以基性火山岩夹少量碧玉岩、硅质岩、泥板岩。厚570米至1665米以上。在祁连山野牛台一带厚度可达6600～9500米，火山岩较西部增多。含化石丰富，主要有笔石：*Climacograptus putillus*, *Climacograptus* cf. *suni* Mu, *Climacograptus yumenensis* Mu et Zhang, *Pseudoclimacograptus Scharenbergi*，腕足类：*Strophomena* sp.，*Leptellinina* sp.，珊瑚：*Proheliolites* sp.，*Favistella alveolata*, *Wormsipora* sp.，*Palaeofavosites grandis*，三叶虫：*Sphaerexochus* cf. *bridge i*。本组与下伏地层呈整合或平行不整合接触。

2. 白云山组（O_3b）

分布于安西县方山口、肃北县马鬃山、内蒙额济纳旗白云山和月牙山一带。为浅海—滨海相沉积，岩性主要为一套深灰色、紫红色细碎屑岩、砾状灰岩和竹叶状灰岩。下部夹少量玄武岩、碧玉岩；上部常沿走向相变为中性、中酸性火山岩夹少量大理岩，局部见到片岩。产丰富的珊瑚、腕足类及少量腹足类、三叶虫等化石。可见厚度1277～1517米。珊瑚化石：*Plasmoporella* sp.，*Favosites* sp.，*Haliolites* sp.，*Palaeofavosites* sp.，*Halysites* sp.，*Orthophyllum* sp.，*Mesofavosites fleximurnus*, *Propora* sp.，*Protosyingaxon* sp.，三叶虫：*Nileus* sp.。

3. 斜壕组（O_3x）

1958～1963年，甘肃区测队在武威斜壕地区地层中采到大量晚奥陶世笔石，划分出上奥陶统斜壕组，并认为相当于上奥陶统下部。1974～1975年甘肃区测一队在大靖石城子、大拉水一带，发现小达尔曼虫和笔石，划归上奥陶统，命名为"石城子组"，厚度大于128米。鉴于斜壕组命名在先，故沿用斜壕组。

斜壕组主要岩性为深灰色页岩、黑色炭质页岩、黄褐色砂页岩互层。在页岩中采到大量笔石，主要有：*Climacograptus supernus*, *Dicellograptus sinicus*（sp. nov.）。三叶虫化石有：

Dalmanitina ? sp., *Liangshanaspis* sp.。

4. 扣门子组 (O_3k)

分布于天祝县黑刺沟至马营沟一带，古浪县也有分布，属浅海相沉积。岩性以石灰岩、板岩及中—基性火山岩为主，石灰岩中含珊瑚、笔石、腕足类、三叶虫、腹足类等化石。笔石有:*Dendrograptus* ? sp., *Retiograptus* sp., *Climacograptus* sp., *Glyptograptus* sp., 珊瑚:*Catenipora* sp., *Palaeofavosites* sp., *Cyathophyllum* sp., *Favosites* sp.。

(六) 奥陶—志留系 (O — S)

北山地区分布广泛的一套浅变质岩，前人曾将其划为前寒武系，命名"北山杂岩"。自1965年起，甘肃区测队先后在该地层中采获海百合茎化石，因此而划归奥陶—志留系。分布于黑鹰山一带的奥陶—志留系命名为"沙沟山群"，为浅海相沉积；岩性为砂岩、页岩、硅质岩、局部夹石灰岩透镜体，厚度大于2679米。在石灰岩中产头足类、腹足类、腕足类、苔藓虫、海百合茎化石。时代属晚奥陶—早志留世。

分布于马鬃山区的变质岩系，于1965 ~ 1966年由甘肃区测二队命名为"勒巴泉群"。该群与中—上志留统呈整合接触，岩性主要为变质较深的片岩、片麻岩、石英岩以及大理岩、变质的火山岩，出露厚度3689米。该地层中未发现化石，根据与中—上志留统的接触关系；以及黑云母同位素年龄值292 ~ 307百万年，说明其变质时代为晚石炭世，故将其归属上奥陶统—下志留统。该套地层在甘肃地层表中统称为"花牛山群"，时代归属早—中奥陶世。

三、志留系 (S)

分布广泛，北山区、内蒙额济纳旗以及祁连山区均有分布，尤以祁连山区发育齐全完整，最大沉积厚度达6000米以上。本区志留系下统全为笔石相碎屑岩沉积。中、上统为介壳相碎屑岩、火山岩沉积(图3 - 6)。在酒泉盆地鸭儿峡油田的西部形成志留系潜山油藏(详见酒西盆地油田部分)。

(一) 下志留统 (S_1)

1. 马营沟组 (S_1m)

1963年甘宁联合调查组在天祝县马营沟地区发现一套笔石相碎屑岩地层，含早志留世笔石，创建下志留统"马营沟组"。1966年甘肃区测二队在玉门土大板沟北段半截沟、肮脏沟组下部采到早凡伦期(Valentian)笔石化石，创建了"半截沟组"。上述两组化石可以对比，故采用马营沟组。

该组岩性以砂质板岩为主，夹砂岩和石灰岩透镜体，并有变质的中—基性火山岩。底部产笔石:*Diplograptus* sp.，板岩中产:*Glyptograptus* cf. *tamariscus* Nicholson，*Oktavites* sp.，*Glyptograptus kaochiapienensis* Hsü 等化石。厚度为1228米，与下伏上奥陶统为不整合接触；与中志留统为平行不整合接触。

2. 肮脏沟组 (S_1a)

1945年王尚文建立了"泉脑沟系"，定为志留系。他将旱峡出露的紫红色石英粉砂岩命名为"旱峡系"；并根据B.A.奥勃鲁契夫在东大窑附近找到泥盆纪化石，定旱峡系为泥盆纪沉积。1956 ~ 1958年中国科学院祁连山地质队，根据玉门旱峡、泉脑沟、肮脏沟一带志留系发育齐全、化石丰富、出露最厚等特点，将下统命名为肮脏沟统，中统命名为泉脑沟山统，上统命名为旱峡统。1959年全国地层会议将北祁连山区志留系统一划分为下志留统肮脏沟组。

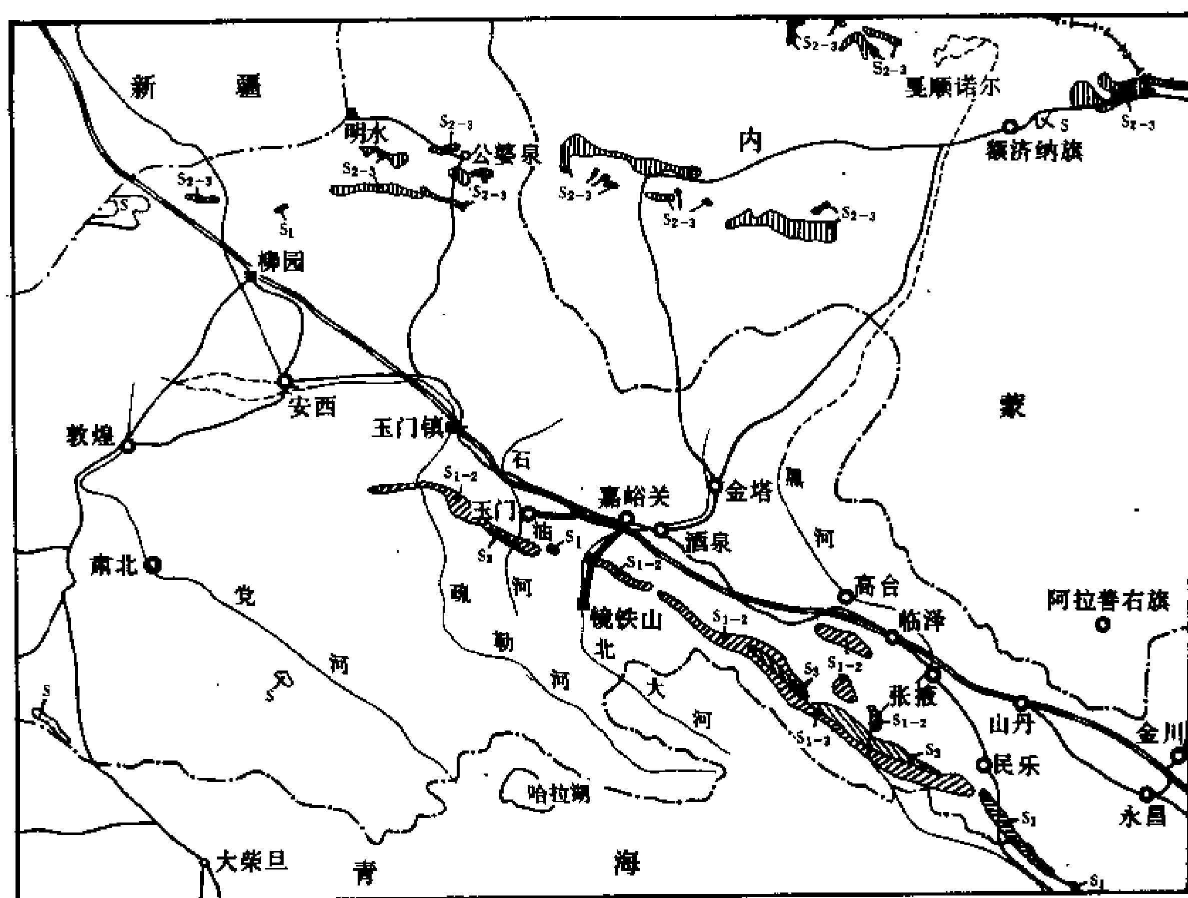


图3－6 甘肃西部志留系露头分布图

肮脏沟组主要分布于北祁连山区和河西走廊分区，自玉门市昌马向东至青海省门源县地区，呈连续带状展布，属海相碎屑岩沉积。岩性以灰黑、蓝灰、灰绿色砂岩、粉砂岩、页岩为主，并夹灰黑色板岩。在板岩及页岩中含笔石较多，主要有：*Monograptus* acus, *Monograptus Priodon* (Bronn)，*Monoclimacis vomerinus* (Nicholson)，*Retiolites geinitzianus* Barrande, *Streptograptus nodifer* (Törnquist)，*Monoclimacis griestoniensis* (Nich.), *Streptograptus* crispus (Lapwortn)，*Spirograptus turriculatus* (Barr.), *Demirastrites spiralis* (Geinitz)等。总厚2202～2600米。本组与上覆中志留统泉脑沟组呈整合接触。

分布于民乐、山丹、祁连县一带的下志留统，因青海省区测队在祁连县小石户沟首先发现早志留世的笔石，命名为小石户沟组。岩性以碎屑岩为主，亦属海相沉积。厚度大于2291米。

3. 黑尖山组 (S_1h)

1966年甘肃区测一队在肃北县黑尖山一带的碎屑岩中采到早志留世的笔石，划出了下志留统，命名为"黑尖山组"。该组分布于马鬃山，黑尖山一带，向西延展到新疆境内，向东延展至额济纳旗一带，露头很少，分布零星。岩性为黑色，深灰色板岩、石英岩及中、酸性火山岩、硅质岩及透镜状灰岩，属滨海－浅海相沉积。在板岩中产笔石、腕足类、珊瑚和

苔藓虫等化石，笔石：*Rastrites* sp.，*Demirastrites* sp.，*Streptograptus* sp.，珊瑚：*Mesofavosites* sp.，*Palaeofavosites schmidti* Var. *borealis*, *Hexismia stelliformis*, *Halysites Vulgaris raritabulatus*, *Multisolenia* sp.，*Stelliporella* sp.，*Parastriatopora* sp.，腕足类：*Camarotoechia* cf. *fengkangensis*。厚度大于 1909 米。

（二）中志留统（S_2）

1. 泉脑沟组（S_2q）

仅分布于北祁连山北部，自安西红口子至民乐海潮坝均有出露，呈带状展布，属浅海相沉积。岩性以灰绿、黄褐、紫红色砂岩、粉砂岩、砂质页岩、灰质页岩及大量泥灰岩为主，局部地区见有火山岩，可见厚度大于 2750 米。含丰富的珊瑚、腕足类、瓣鳃类、腹足类和三叶虫等化石。珊瑚：*Favosites forbesi* Edwards et Haime, *Palaeofavosites hanhsiensis* C. M. Yu.，*Tryplasma* sp.，*Mesofavosites obliquus* subsp. *asiaticus*; 三叶虫：*Scutellum* (*Thysanopeltella*) sp.，*Encrinurns* sp.，*Planiscutellum* sp.；腕足类：*Coelospira* sp.，*Eospirifer* sp.，*Janius* aff. *exsul*，*Mutationella* sp.；腹足类：*Hormotoma* sp.，*Bellerophon* sp.，*Horiostomella* cf. *otiosa* 等。

2. 尖山台组（S_2j）

分布于天祝、静宁县等地的中志留统命名为尖山台组。在天祝藏族自治县尖山台有零星分布，属浅海相沉积，其中含珊瑚、腕足类及腹足类等化石，厚度 48 米以上。1975 年甘肃区测一队在古浪县东横梁与小南冲沟之间，发现一套含中志留世标准腕足类化石的地层，命名为"横梁群"。该群主要由粉砂岩、细砂岩、粉砂质板岩、紫红色砾岩和块状灰岩组成。其上部细砂岩中产腕足类、瓣鳃类、三叶虫、腹足类等化石。出露不全，厚度 642 米。与下伏下志留统马营沟组呈整合接触，与上志留统呈不整合关系。本群向东西方向相变较快，西部为碳酸盐岩，厚度小；东部以碎屑岩为主，厚度可达 3300 米以上，均盛产海相动物化石，属较典型的滨海—浅海相碎屑岩碳酸盐岩建造。根据岩性、化石等对比，"尖山台组"与"横梁群"，实为同一地层的不同名称，本志按甘肃地层表命名为尖山台组。该组化石有腕足类：*Camarotoechia* cf. *tonkinensis*, *Atrypina disparilis*, *Lissatrypa* aff. *decaturen*，*Plectrypa Praemarginalis*, *Protathyris infantile*, *Dalmanella* sp.，*Camarotoechia* sp.，*Lingula lounaensis*; 腹足类：*Sphaerexochus* sp.，*Hormotoma* sp.，瓣鳃类：*Modiolopsis crypta* Grabau。其中：*Camarotoechia* cf. *tonkinensis*, C. *fengkangensis* Wang 为中志留世标准分子。

（三）中—上志留统（S_{2-3}）

公婆泉群（$S_{2-3}gn$）广泛分布于安西县塔水井至玉石山，肃北县牛圈子至通畅口、内蒙额济纳旗尖山至石板井、白云山等地；该群系 1964 年甘肃区测二队命名。岩性主要为一套浅海相中基性、中性、中酸性火山岩，火山碎屑岩和碳酸盐岩沉积。在紫红色大理岩中产三叶虫、腕足类、腹足类等化石。三叶虫：*Phacops* sp.，*Acanthopyge* sp.，*Telephina* sp.；腕足类：*Eospirifer* sp.，*Delthyris* sp.，*Ambocoelia* sp.，*Rhynchotreta* sp.，*Isophragma* sp.；珊瑚：*Stelliporella abnormis* yü.，*Multisolenia tortuosa* Fritz, *Favosites forbesi* Subsp.，*Acanthohalysites mirandus*；腹足类：*Stroparollus* sp.，*Vatotuba* sp.，*Praenatica* sp.，*Platyceras* sp.，*Pratyostima* sp.。总厚可达 1231 米，与下志留统为整合接触，与下泥盆统为不整合接触。

（四）上志留统旱峡组（S_3h）

在北山地层区以及巴丹吉林、阿拉善和塔里木等地区，目前由于研究不够，中一上志留统没有具体划分。在南祁连山党河南山北坡所出露的剖面，均划归中一上志留统。祁连山区出露的标准上志留统，只有分布在北祁连山的"旱峡组"，在玉门昌马以东、肃南县松大坂沟，沿走廊南山北麓呈断续的带状展布；在泉脑沟山、旱峡煤矿出露较全，下限清楚，与中志留统泉脑沟组呈整合接触，属滨海一浅海相沉积。岩性以紫红色砂岩为主，偶见少量的灰绿色粉砂岩夹层，其中可见薄层状灰岩及透镜状灰岩。灰绿色粉砂岩及透镜状灰岩是鸭儿峡地区基岩油藏的主要储油层。在石灰岩中产大量珊瑚，腹足类及海百合茎化石。珊瑚：*Mesofavosites* exgr. *obliquus* Sakolov.，*Tryplasma* cf. *princeps* Etheridge, *Palaeofavosites hanhsiaensis* yü，腕足类：*Cyrtina* cf. *Praecedens*, *Camarotoechia* sp.，*Cyclospira* sp. 等。出露厚度 937 米，在肃南洪水坝河为 1000 米，向东至靖远地区厚度增大达 4429 米。

四、泥盆系（D）

分布较为广泛。北山和巴丹吉林、额济纳旗地区该层为海相或海陆交互相沉积。祁连山区及河西走廊一带则为陆相碎屑岩沉积。

北祁连及河西走廊一带的泥盆系，是 1945 年黄汲清提出"老君山砾岩"之后才开始研究的，黄汲清在《中国主要地质构造单位》一书中论述的"老君山砾岩"是指韦宪组以下南山系以上的一套以紫红色砾岩、砂岩为主，夹有火山岩的巨厚沉积。老君山位于民乐县南西方向，属肃南县管辖，"老君山砾岩"是一套巨厚而未经变质的磨拉石建造。解放后随着地质工作的深入开展，地层划分逐渐完善，1962 年全国地层会议文献《中国的泥盆系》将老君山砾岩改为老君山群。1963 年西北煤田地质局李悦民和周文昭等人在靖远县城以北的雪山和松山一带的老君山群中发现一套厚达 3570 米的中一下泥盆统陆相碎屑岩，命名为雪山群。该群下部为山麓相的砾岩组，厚达 1839 米；上部为具有河湖相特征的砂岩组，厚达 1731 米。下部与上部为明显的不整合接触，上部产斜方薄皮木，不整合面下亦获早中泥盆世的植物化石和鱼化石，因而将"老君山群"肢解成两个地层单元：下部为雪山群，代表中一下泥盆统，上部称沙流水群，代表上泥盆统。目前对这套地层的时代和名称还存在争议。

北山、额济纳旗、巴丹吉林一带的泥盆系是解放后才开始研究的。1964 年修泽雷、赵祥生等人，将黑鹰山一带的中泥盆世沉积命名为雀儿山群，后经甘肃区测二队工作证明雀儿山群不仅有中泥盆统，而且还包括了早泥盆世的沉积。他们在进一步工作的基础上，对雀儿山群重新进行了划分和命名，称下泥盆统为清河沟组；中泥盆统为哈珠组，但没有发现晚泥盆世的沉积。地层表仍保留雀儿山群的命名。泥盆系分布见（图 3－7）。

（一）下泥盆统清河沟组（D_1q）

仅分布于肃北县清河沟北及额济纳旗一带，为浅海相碎屑岩、火山岩及少量碳酸盐岩沉积。厚达 1013 米。富含珊瑚、腕足类及少量三叶虫、苔藓虫等化石。与中一上志留统公婆泉群呈不整合接触。在石灰岩和粉砂岩中产珊瑚：*Barrandeophyllum perplecum*, *Favosites* sp.，*Angopora* sp.，*Squameofavosites* sp.，*Heliophyllum* sp. 等；三叶虫：*Odontochile* sp.；苔藓虫：*Fenestella* sp.；腕足类：*Spinatrypa waterlooensis*，*stropheodonta* sp.，*Acrospirifer* sp.，*Brevispirifer* sp.，*Aulacella* sp.。

（二）中一下泥盆统（D_{1-2}）

1. 雪山群（$D_{1-2}xs$）

命名地点在靖远县永安堡雪山，主要岩性为紫红色砾岩、砂岩、局部夹泥灰岩，偶夹安山玄武岩及凝灰岩。最厚可达 3518 米。上部所产植物化石 *Protolepidodendron* cf.

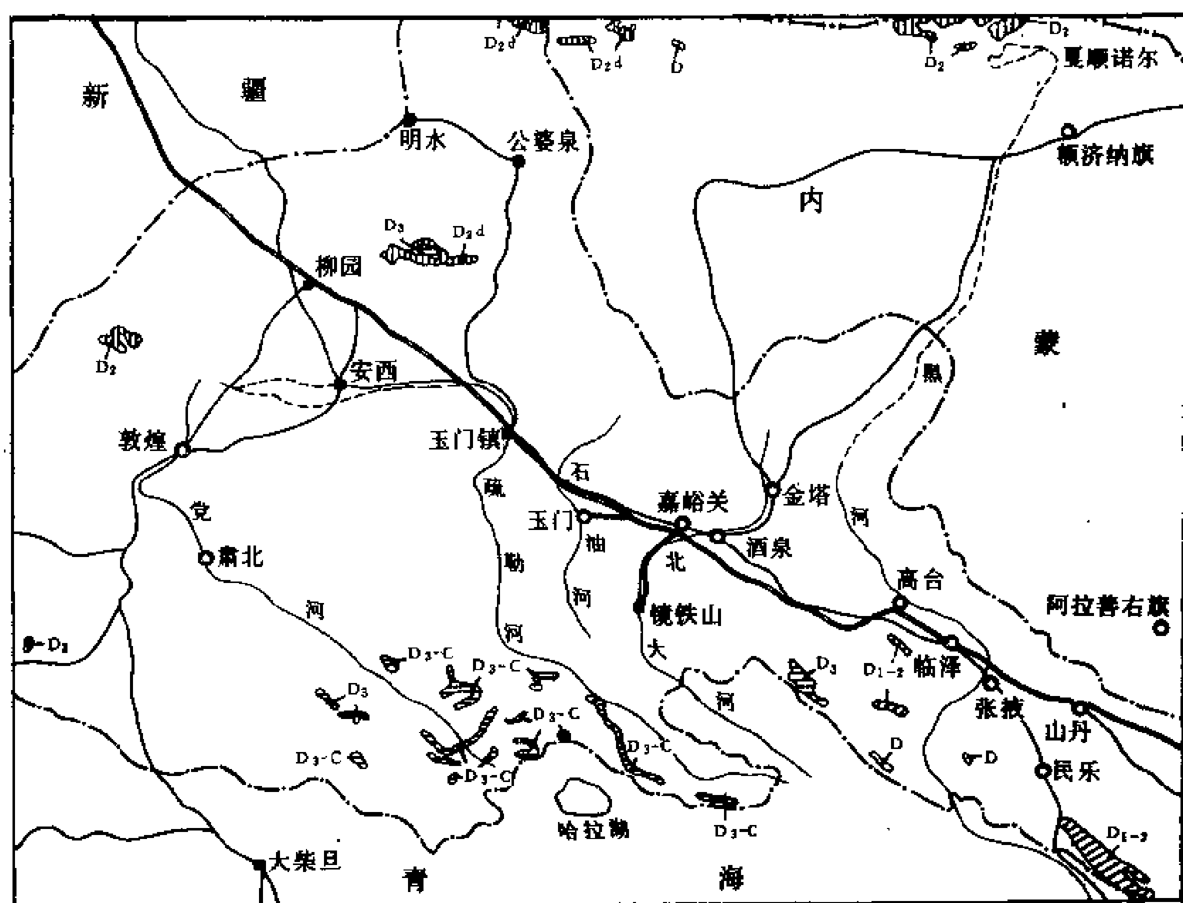


图3－7 甘肃西部泥盆系露头分布图

scharyanum、为世界性中泥盆世标准化石。中上部产植物化石：*Drepanophycus*、*Psilophyton*、*Taeniocrada*、*Iosterophyllum* 等属，均为早至晚泥盆世化石。*Protolepidodendron* 为早至中泥盆世化石。

2. 雀儿山群 ($D_{1-2}qr$)

仅分布于北山肃北县雀儿山地区，与额济纳旗地区拐子湖一带的中—下泥盆统层位相当，均属海底喷发火山碎屑岩及碳酸盐岩沉积。在石灰岩中采到丰富的腕足类化石，其次为珊瑚与腹足类化石。在雀儿山出露厚度为 1467 米 按岩性分上、下两个岩组。下岩组主要为暗紫色具杏仁状构造的安山玄武岩、辉石安山岩夹钙质砂岩及大理岩透镜体，含丰富的腕足类及珊瑚化石，腕足类：*Paraspirifer gurjevskiensis*，*Wilsoniella grandis*；珊瑚：*Squamesfavosites* sp.，*Thamnopora* sp.，*Enterolasma* sp.，*Striatopora* sp.，厚度 1283 米。上岩组为英安岩、英安质凝灰熔岩、黄绿色砂质凝灰岩、灰黑色安山质凝灰岩夹钙质砂岩、泥灰岩及石灰岩透镜体，在钙质砂岩及石灰岩中产化石，腕足类：*Paraspirifer gurjevskiensis*，*Tridensilis elegans*，*Spinatrypa* sp.，*Acrospirifer* sp. *Megastrophia Simplex*，*Wilsoniella grandis*，*Rhytistrophia* sp.；腹足类：*Bellerophon* cf. *striatus*，*Meekospira* sp.，厚 1461 米。该群与下石炭统呈角度不整合，与下泥盆统清河沟组接触关系不详。

（三）中泥盆统（D_2）

仅分布于北山地区马鬃山、芦草滩、墩墩山和黑鹰山一带。1965年甘肃区测一队在墩墩山采获鹗头贝等化石，将中泥盆统上部命名为三个井群。1969年甘肃区测二队于黑鹰山西段圆锥山将中泥盆统上部命名为圆锥山组。1973年该队将圆锥山组与三个井组进行了对比，实际上两者并不相当，圆锥山组据化石推断，尚包含有下泥盆统的可能。1961年修泽雷、赵祥生等在黑鹰山西段将中泥盆统命名为雀儿山群。1969年甘肃区测二队将中泥盆统下部命名为红尖山组。目前地层名称尚未统一。现根据甘肃地层表将中泥盆统划分为芦草滩组与三个井组，分别叙述如下：

1. 芦草滩组（D_2l）

分布于敦煌县芦草滩一带，呈南西西向展布，为一套浅海相碎屑岩沉积，夹少量大理岩透镜体，产珊瑚：*Squamesofavosites* sp.？，*Favosites* sp.。与三个井组关系不明。总厚2133米。

2. 三个井组（D_2s）

出露于芦草滩至墩墩山一带的石板墩、三个井、镜铁滩及锡林柯博南等地，呈北东东向展布，以海陆交互相沉积为主，亦有火山碎屑岩及火山岩。根据岩相、岩性及古生物群特征可分上、下两个岩性段。上段为块状玄武岩、安山质凝灰岩夹紫色细砂岩、杏仁状玄武岩等，厚1618米。下段为浅绿色、灰绿色粉细砂岩夹火山角砾岩，底部产植物化石：*Protopteridium* sp.、*Taeniocrada* sp.，*Lepidodendropsis arborescens*，厚度大于754米。总厚度在2372米以上。

（四）上泥盆统（D_3）

分布于北山地区的上泥盆统为墩墩山群。分布于南北祁连山及河西走廊一带的上泥盆统为沙流水群。露头不多，分布不广。

1. 沙流水群（D_3sh）

沙流水位于靖远县水泉乡西北。1962～1965年甘肃省603地质队将不整合于下石炭统臭牛沟组之下且又不整合于雪山群之上的地层命名为沙流水群。分布于天祝、民乐、门源、景泰、靖远、玉门头道墙子、肃南县香台子至石居里沟、榆木山北坡、毛牛山、苏优河以及青海省祁连县一带。属山麓一湖泊相沉积，岩性为紫红色砂、砾岩、夹泥质粉砂岩，泥质粉砂岩中产植物化石 *Leptophloeum rhombicum*，*Sphenopteris* sp.。在中卫县和景泰县一带，该群含鱼化石 *Remigolepis* sp.，*Sinolepis* cf. *Watungensis*, *Bothriolepis* sp.。在民乐县白舌口的泥盆系上部紫红色砂岩中含瓣鳃类化石：*Nucula* sp.。该群厚度55米至755米以上。最厚可达1406米。

2. 墩墩山群（D_3dn）

1966年甘肃区测一队于红柳园小区中段将上泥盆统命名为墩墩山群。该群分布于肃北县锡林柯博之南的墩墩山区，构成墩墩山向斜的核部。为一套中酸性火山岩及火山碎屑岩，属地槽相角斑岩建造，主要岩性为褐红色流纹英安斑岩、石英角斑岩、流纹岩、安山岩、安山质英安质角砾岩及凝灰岩。产植物化石 *Psilophytopsidae* 碎片，属陆相火山岩夹碎屑岩建造。与下伏三个井组为明显的区域性角度不整合接触。墩墩山群厚度大于1496米。在向斜南翼黑山井厚1590米。

3. 红柳沟群（D_3hn）

仅分布于红柳沟和楚库尔普一带。为浅海一滨海相碎屑岩沉积，主要岩性为灰色、绿色泥质岩，砂岩和粉砂岩夹浅红色硅化灰岩，石灰岩、玄武岩。厚度1800～2912米。该

群未发现化石。在红柳沟一带岩性为灰黑、灰色黑云母石英片岩，绿泥石英片岩，大理岩及薄至中厚层石灰岩。与上覆石炭系为角度不整合接触，与下伏地层为平行不整合接触。

五、石炭系(C)

在本区分布广泛，按沉积类型分为海相与海陆交互相。分布于天山、内蒙、北山、以及阿拉善区的石炭系以海相为主。北山区与内蒙天山区沉积厚度巨大，北山区最大可达13000米。早石炭世有火山岩沉积，属海相火山岩、碎屑岩夹碳酸盐岩建造。内蒙额济纳旗地区沉积最厚，可达5200米以上，亦为海相碎屑岩夹火山岩、碳酸盐岩建造，属地槽型沉积。分布于祁连山区的石炭系为海相及海陆交互相的地台型沉积，最大厚度只有1330米，一般500～600米。分布于阿拉善区的石炭系夹有火山岩，厚约900米。石炭系有生油层分布，在石灰岩中曾发现晶洞油苗，值得深入开展研究(图3－8)。

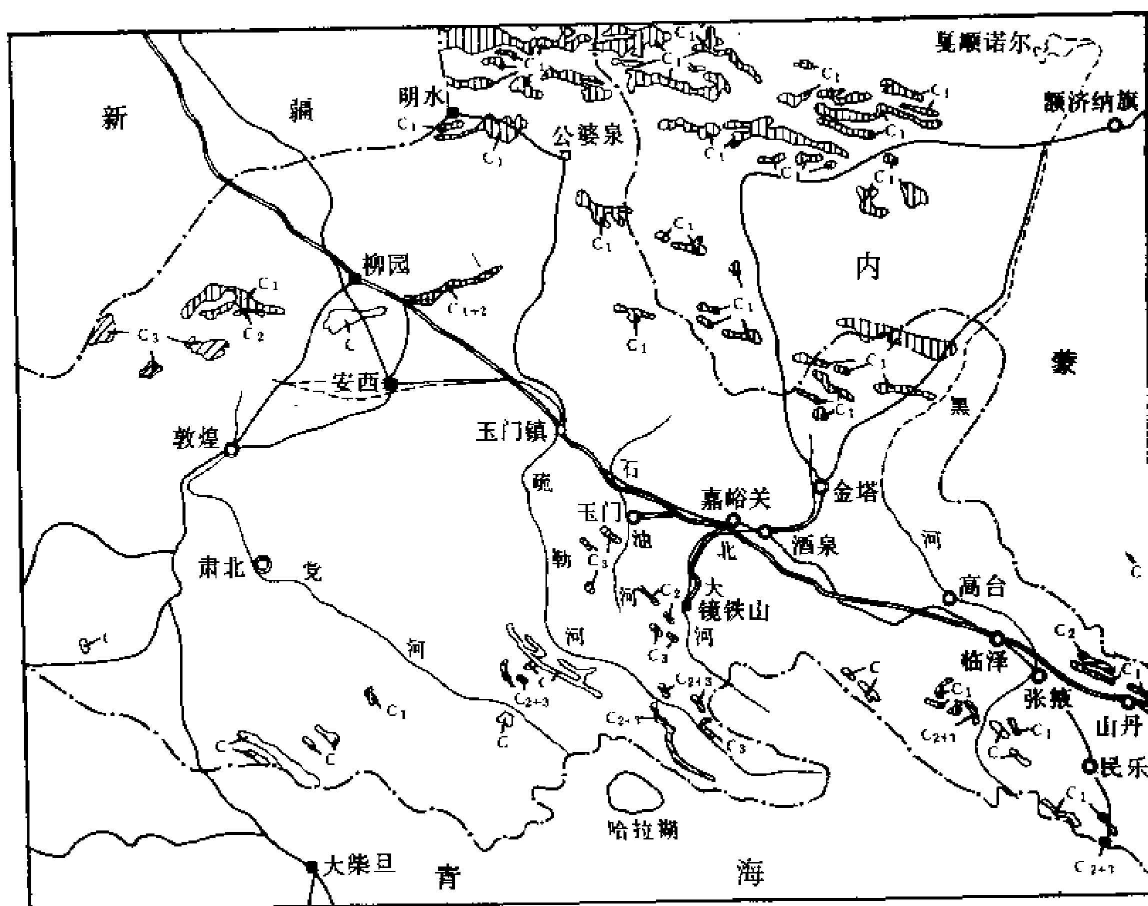


图3－8 甘肃西部石炭系露头分布图

(一) 下石炭统(C_1)

分布在北山地区的下石炭统有红柳园组、绿条山和白云山组。走廊一带有南洼顶组，前黑山组、臭牛沟组；中祁连山区的城墙沟组、怀头他拉组；南祁连山区有益洼沟组和略阳组，均为海相或海陆交互相沉积。南祁连山区下石炭统沉积厚度最大，可达1410米，北山地区黑鹰山的白云山组与绿条山组总厚可达4221米；在河西走廊及阿拉善南部边缘地区，下石炭

统厚度一般为 140 ~ 150 米，东部靖远一带厚度相对最大，亦仅有 358 米。

1. 前黑山组 (C_1q)

1973 年甘肃区测一队在阿拉善左旗黑山，将原定为"臭牛沟组"的下部命名为前黑山组，因在其中发现了岩关期化石，并发现该组与其上覆地层为角度不整合接触。该组分布于走廊地区东段的武威、天祝、永登和景泰一带，为浅海—泻湖相沉积，岩性以碎屑岩、碳酸盐岩夹石膏层为主，大致可分为三段：下段以碎屑岩为主夹石灰岩、白云岩与石膏层。中段以石灰岩为主夹页岩、钙质粉砂岩、白云质灰岩及不稳定的石膏层，产腕足类、苔藓虫、腹足类、瓣鳃类及介形虫化石 上段为石英砂岩、页岩与石灰岩韵律层，含钙质团块、菱铁矿结核，偶夹煤线与煤层，产腹足类、植物、鱼化石。总厚达 179 米。该组表现为海侵至海退的完整沉积旋回。

前黑山组中段以产腕足类化石 *Eochoristites — Schuchertella* 组合为特征，伴有 *Eo.* cf. Chui, *Eo. jintaiensis*, *Eo.* cf. *lungtanehsis*, *Eochoristella* 及华南岩关期的重要分子 *Sch.* cf. *gelaohoensis* 及 *Sch.* cf. *gueichouensis* 等。并伴有纺锤贝：*Fusella* sp.，纺缍虫 *Cranaena* aff. *globosa* Weller 等。植物有：*Archaeopteris archetypus*, *Lepidodendropsis hirmeri*, *Sublepidodendron wusihense*, *S. mirabila* 等晚泥盆至早石炭世分子。

2. 臭牛沟组 (C_1c)

1925 年袁复礼于天祝县臭牛沟建立了"臭牛沟系"，时代为大塘期。1956 年常隆庆等按原意改为"臭牛沟组"。近年来通过所做工作证实臭牛沟组包括了早石炭世的全部沉积，李星学等认为下段可能属杜内期，中、上段属韦宪期。

臭牛沟组分布范围很广，阿拉善区和祁连山区均有出露，为一套浅海—滨海相沉积的石灰岩、生物灰岩、页岩、铁质钙质石英砂岩、夹铁锰质透镜体及铝土页岩，偶夹劣质煤层，底部往往有一层灰白色砂岩或砂砾岩。下段与岩关阶前黑山组相当。上段相当大塘阶的"臭牛沟组"，包含了早石炭世的全部沉积。在河西走廊及北祁连一带，该组下部岩性为砂砾岩、石英砂岩、石灰岩、夹石膏层。石灰岩中产腕足类及䗴科化石，厚度大于 60 米，与下伏沙流水群为平行不整合接触。上部岩性为石英砂岩、砾砂岩、厚层石灰岩、页岩、夹薄煤层及菱铁矿结核，厚度大于 132 米。

该组于靖远县瓷窑大水沟一带厚 177 米，含丰富的珊瑚、腕足类、苔藓虫化石。与上覆羊虎沟组为区域性平行不整合接触。该组下部为滨浅海、泻湖相碎屑岩夹碳酸盐岩及石膏建造；上部属海陆交互相含煤碎屑岩与碳酸盐岩建造。本组主要化石有珊瑚: *Yuanophyllum Kansuense*, *Aulina rotiformis*, *Lithostrotion Curvatum*, *Chaetetes radians*, *Clisiophyllum* sp.; 腕足类: *Kansuella kansuensis*, *K. maxima*, *Gigantoproductus* cf. *Latissimus*, *Neospirifer Liangchowensis* 等。

分布在酒西盆地南部毛不拉一带的臭牛沟组，为厚层灰色石灰岩与黑色页岩互层，厚约 300 余米，其中产珊瑚化石: *Yuanophyllum* sp., *Syringopora* sp., *Lithostrotion* sp., *Chaetetes* sp.。但甘肃省区测二队在测制玉门市幅 20 万分之一地质图时，认为酒西盆地无早石炭世沉积。

3. 绿条山组 (C_1l)

1970 年甘肃区测二队在黑鹰山区的绿条山将早石炭世岩关期地层命名为绿条山组。主要分布在肃北县绿条山、断条山和甜水井一带。为滨海—浅海相沉积。下部以砾岩、砂砾岩为主，夹大理岩及酸性火山岩，厚度 1125 米。在大理岩内产腕足类、珊瑚、腹足类及头

足类等化石。上部以千枚岩、板岩为主夹硅质岩。顶部有大理岩及基性火山岩。厚度大于799 米。总厚 1924 米。化石有腕足类：*Syringothyris* sp.，*Athyris sulcata*，*Atrypa* sp.，*Camarotoechia depressa*；珊瑚：*Caninia* sp.，*Caninophyllum* sp.，*Multithecopora* sp.? *Mictophyllum* sp.；，腹足类：*Bellerophon* sp.及苔藓类等。该组与下伏中下泥盆统雀儿山群为不整合接触。与上覆白山组为断层接触。

4. 白山组 (C_1b)

1957 年地质科学院赵庆林、姜春发与兰州地质所鄘诚等，将北山地区石炭系划分出中、下统。1964 年兰州地质研究所将北山区下石炭统大塘期地层命名为白山组。主要分布在北山西北部白山、破城山和坡子泉小井一带。下段为灰绿、灰紫色中性至酸性火山岩、夹凝灰质砂岩与大理岩，厚度大于 926 米。上段为灰绿、灰色流纹岩、千枚岩、夹石灰岩及铁矿层，厚度大于 744 米。在石灰岩中产珊瑚和腕足类化石，珊瑚有 *Lithostrotion* cf. *rossicum*，Lithostrotion sp.，*Ganganophyllum* sp.，*Siphonophyllia* cf. *Cylindrica*，*Thysanophyllum* cf. *grabaui*，*Lithostrotion Curvatum*，*Syrihgopora* sp. 等；腕足类：*Gigantoproductus* cf. *giganteus*. *G. latissimus*，*G. edelburgensis*，*kansuella kansuensis*。甘肃肃北县白山剖面厚度大于 2297 米。

5. 南洼顶组 (C_1n)

零星出露于山丹县南洼顶、阿拉善右旗宽湾井及民勤县毛山等地。龙首山一带亦有分布。岩性为灰色结晶灰岩、石英砂岩夹千枚岩，灰白色、紫红色砂岩、砂砾岩夹石灰岩。石灰岩中含腕足类、珊瑚、苔藓虫及菊石等门类化石，珊瑚：*Yuanophyllum* 带及 *Lithostrotion irregulare*；腕足类：*Gigantoproductus giganteus*；苔藓虫：*Fenestella* sp.等。厚度大于 276 米。

（二）中石炭统 (C_2)

在本区分布较为广泛，为一套海陆交互相或滨浅海相火山碎屑岩沉积；以北山和内蒙额济纳旗地区沉积厚度最大，最厚可达 2000 多米。在祁连山及阿拉善区，为海陆交替相地台型沉积，一般只有几百米厚。该层在祁连山区命名为羊虎沟组和靖远组，在龙首山一带命名为尖山组和三岔组，在阿尔金山塔里木区为中—下石炭统未分的巴什考贡群；在北山地区为石板山组和芨芨台子组。其中以石板山组分布最广。

1. 羊虎沟组 (C_2y)

1926 年李四光根据袁复礼在山丹县羊虎沟所采 蜓 科化石命名为“羊虎沟系”，时代为中石炭世。1972 年甘肃地质局根据该系化石属维斯发阶而改为羊虎沟组。值得指出的是 1945 年王尚文在酒西盆地北缘五华山碎屑石灰岩中找到中石炭世化石而命名的羊虎沟组，经 1969 年甘肃区测二队否定而改为下二叠统哲斯组，后又改为大黄沟组。这一带其它地区又未见到类似地层，因此甘肃区测二队认为走廊及祁连山西段无早—中石炭世的沉积。

羊虎沟组分布于天祝、永登、山丹、古浪、靖远、景泰、民乐和肃南一带。岩性以砂岩、页岩夹砾岩、石灰岩、煤层为主，含大量的菱铁矿结核，底部常见砂砾岩层。与下伏下石炭统为平行不整合接触。厚度自西向东由几十米增至700 余米，在肃南药草洼地区厚 197 米，至靖远一带可达 250 米，在阿拉善左旗及景泰红水堡一带则厚达 700 余米。该组为海陆交替相沉积，其中化石丰富，门类繁多，有腕足类、头足类、腹足类、瓣鳃类以及纺锤虫等化石。植物化石有 *Lepidodendron* sp.、*Cordaites* sp.，*Neuropteris* sp.，*Nenropteris gigantea*，*Linopteris* cf. *brongniartii*，在泥质灰岩和炭质泥岩中产珊瑚 *Hapsiphyllum yuani*；腕足类：*Brachythyrina strangwaysi*，*Martinia* sp.，*Chonetes* sp.；腹足类：*Euomphalus* sp.，*Naticopsis*

sp., *Coelocaulus* sp.;瓣鳃类 *Pecten* sp.。

分布在张掖和山丹一带的中石炭统，下部命名为三岔组，上部为尖山组。在永登、靖远一带的中石炭统，下部为靖远组，上部为羊虎沟组。名称虽然不同，但其岩相、岩性均可对比，生物组合基本一致，均为海陆交互相沉积，厚度200～600米左右。为减少地层名称的混乱，应统称为羊虎沟组。

2. 石板山群 (C_2sh)

1972 年甘肃区测二队于敦煌县东部石板山将中石炭世地层命名为石板山群。1974 年该队又改划为石板山组和芨芨台子组，取消了石板山群的名称。区测一队测制安北幅地质图时，将中石炭世地层命名为音凹峡组。实际上这是一套岩性稳定可以对比的地层，故仍采用石板山群一名。

该群分布于北山地区南带的红柳园、音凹峡和石板山等地。下部为长石石英砂岩、粉砂岩、凝灰质砂岩、板岩、结晶灰岩、夹酸性火山岩，以浅海相石灰岩为主，含化石丰富。上部为一套滨海一浅海相碎屑岩及碳酸盐岩沉积，化石有珊瑚: *Campophyllum uralicum*, *Chaetete flexilis*, *Lophophyllum* cf. *Subtilisum*, *Caninia Lipoensis*, *Yuanophylloides* sp.; 腕足类: *Choristites Pavlovi*, *Choristites wynnei*, *Marginifera orientalis*, *Phricodothyris asiatica*.; 蜓科: *Pseudostaffella antiqua*, *Profusulinella subovata*, *Pseudowedekindellina prolixa*。

该群与下伏地层红柳园组呈整合或平行不整合接触。厚2100余米。

(三) 上石炭统 (C_3)

在本区分布很广。出露于北祁连山及阿拉善区者命名为太原组，出露于塔里木区者命名为因格布拉克群，出露于南祁连山区者命名为尕海群，均为海相或海陆交互相沉积。分布在北山地区为干泉群，厚达6100余米，以海相碎屑岩、火山岩夹碳酸盐岩沉积为主。

1. 太原组 (C_3t)

1979 年全国地层会议将太原群改为太原组。该组在华北地区广为分布，在本区河西走廊，北祁连山及阿拉善区也均有出露，为一套海陆交互相沉积。岩性为砂岩、粉砂岩、炭质页岩、石灰岩、并夹煤层及菱铁矿结核。厚150～495米，本区东部厚度较大。含蜓科和腕足类化石，蜓科: *Quasifusulina cayeuxi*, *Schwagerina* sp.; 腕足类: *Chonetes* sp., *Spirifer* sp., *Dictyoclostus* sp., *Marginifera* sp.。

2. 干泉群 (C_3gn)

仅在敦煌县干泉一带有小面积出露。为海相碎屑岩及碳酸盐岩、火山岩沉积。下部为含钙质粉砂岩、细砂岩及石灰岩，产丰富的腕足类、头足类、珊瑚化石。上部为酸性及中酸性火山岩夹少量石灰岩及泥质粉砂岩透镜体，夹层内含海百合茎及植物化石碎片。厚度大于6109 米。化石有珊瑚: *Paracarruthersella* sp., *Yuanophyllum* sp., *Calophyllum* sp., *Amplexocarinia* sp.; 腕足类: *Choristites pavlovi*, *Marginifera orientalis*, *Dielasma* cf. *timanicum*, *Phricodothyris asiatica* 等。

六、二叠系 (P)

在本区分布较广(见图 3－9)。除塔里木区外各沉积区均有零星露头。沉积类型齐全，阿拉善区与河西走廊及北祁连山区为陆相沉积，沉积稳定，厚度不大，普遍夹有煤层或煤线。中祁连山区仅东西两端有分布，1958 年杨遵仪将下二叠统命名为巴音河统，属海相沉积;将上二叠统命名为诺音河统，为海陆交互相及陆相沉积。分布于北山、内蒙额济纳旗与南祁连山地区的二叠系，沉积厚度巨大，均为地槽型海相或海陆交互相沉积。在北山及额济纳旗地

区的地层中常夹有火山喷发岩。值得提出的是，在额济纳旗拐子湖一带下二叠统埋汗哈达组中，甘肃省区测二队曾发现油页岩层，露头长3.4公里，最大厚度0.5米，经分析焦油含量为0.6～0.9%。

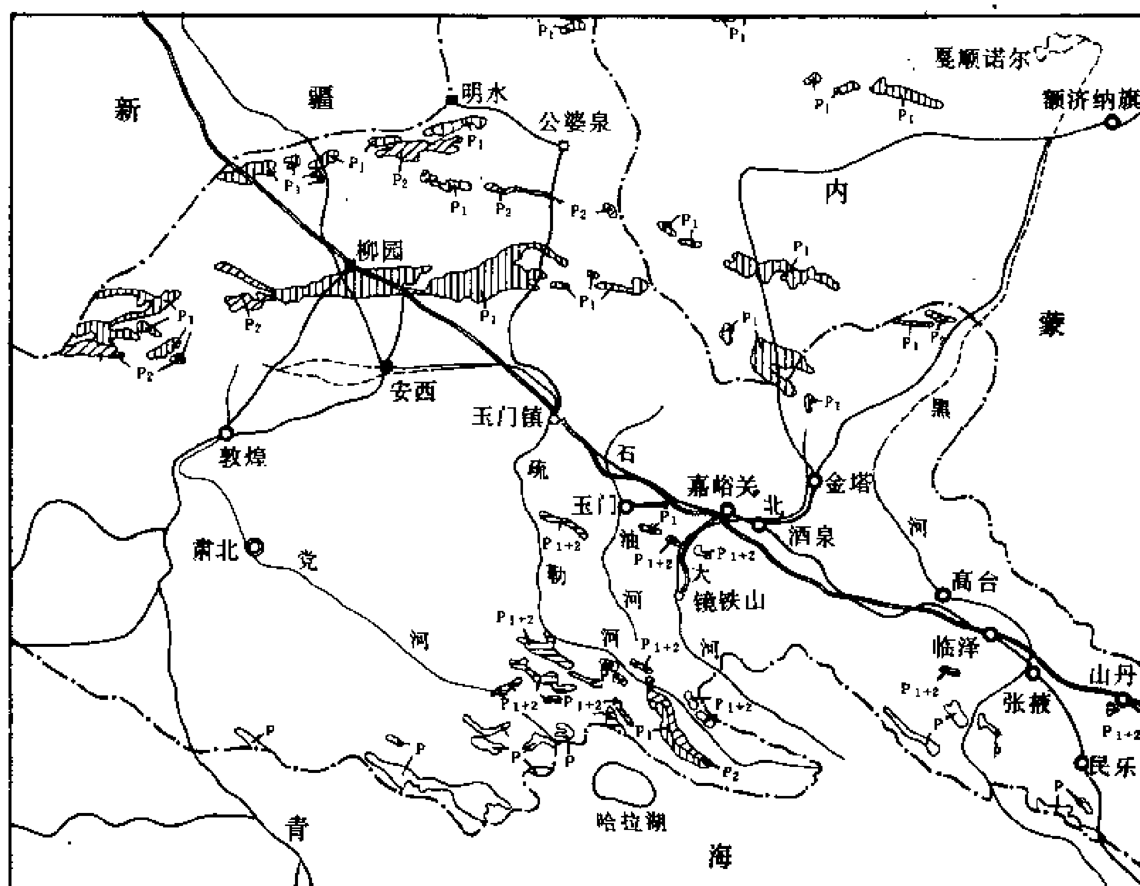


图3－9 甘肃西部二叠系露头分布图

(一) 下二叠统(P_1)

1. 大黄沟组(P_1d)

1942年，孙健初将北祁连山及河西走廊一带的二叠系划分为两部分，下部命名为大黄沟系，上部为窑沟系，分别归属早二叠世与晚二叠世。1969年甘肃区测二队改“系”为“组”。

大黄沟组分布于河西走廊、北祁连山以及阿拉善区的龙首山一带。位于玉门市东南大黄沟的大黄沟组，属内陆河流湖沼相沉积，局部地区在本组下部夹有浅海相石灰岩及泥灰岩。主要岩性为杂色砂岩夹炭质页岩及薄煤层或煤线，底部为砂砾岩。武威、天祝、永昌、龙首山一带，局部地区夹流纹凝灰熔岩。玉门市五华山一带，过去认为是中石炭统的羊虎沟组，现根据化石成果改为大黄沟组，属海陆交互相含煤沉积。肃南一带局部地区亦见有海相地层。该组含大量植物化石：*Pecopteris taiyuanensis*, *Calamites* sp., *Taeniopteris* sp., *Plagiozamites tungweiensis*, *Sphenophyllum* cf. *oblongifolium*, *Sphenopteris* sp., *Neuropteris* sp., *Linopteris* cf. *germarii*。与下伏上石炭统太原组为连续沉积，在部分地区与其为假整合

接触。

2. 双堡塘组与菊石滩组(哲斯群 P_1zn)

甘肃地层表将北山地区下二叠统划分为两个组，下部为双塘堡组，上部为菊石滩组，这与葛利普1931年所创建的哲斯群完全相当。

(1)双堡塘组(P_1s)：分布于肃北县通畅口、安西县马莲井、红柳园以及内蒙额济纳旗一带。由金塔县双堡塘剖面而得名。该组系二叠世早期急剧沉降阶段的产物，在急速堆积期间，伴随有强烈的海底火山喷发，主要为绿色玄武岩、杂色晶屑中基性和中酸性火山岩、凝灰岩、砂岩、砾岩夹石灰岩及含砂灰岩、砂质页岩。产菊石类 Artinskia 组合和腕足类 *Stenoscisma Purdoni* — *Neospirifer fasciger* 组合。厚590～1355米。

(2)菊石滩组(P_1j)：分布范围与双堡塘组一致，主要由浅海相碎屑岩和碳酸盐岩组成，含化石丰富，菊石类主要为 *Paragastrioceras* — *Waagenoceras* 组合；腕足类是 *Uncinunellina mongolicus* — *Cryptospirifer omeishanensis* 组合。珊瑚：*Diphyphyllum* sp.，*Allatropiophyllum* sp.，*Tachylasma* sp.；腹足类 *Strobeus* sp.，*Stachella* sp.，*Sphaerodona* sp. 等。厚182～476米以上。

分布于额济纳旗因格井、拐子湖和雅干一带的下二叠统哲斯群，为一套滨海相碎屑岩、火山岩夹薄层石灰岩。含化石丰富，有腕足类、腹足类、海百合茎、头足类和珊瑚等。以腕足类为主，有 *Spiriferella* sp.，*Marginifera* sp.，*Dielasma* sp.，*Streptorhynchus* sp.，*Hustedia* sp.，*Stenoscisma* sp.，*Dictyoclostus* sp.，*Waagenoconcha* sp.，*Cancrinella* sp.，*Squamularia* sp.，*orthotetes* sp.，*Orthotichia* sp.，*Buxtonia* sp. 等。厚度大于1681米。与上覆地层为角度不整合接触。

(二) 上二叠统(P_2)

1. 窑沟组(P_2y)

1942年孙健初将肃南县榆木山南窑沟的上二叠统命名为窑沟系，后改为组。沿用至今。该组为河流—湖泊相沉积，分布于北祁连山、河西走廊及龙首山一带。为一套紫红色砂岩砾岩、粉砂岩及页岩，局部夹有薄煤层。在祁连山北缘常夹有酸性火山凝灰岩，在大黄沟与下伏地层大黄沟组呈整合接触。厚888～1363米。在龙首山区厚196米。本组化石稀少，仅在肃南大黄沟及额泉洪水坝河一带采获有植物化石 *Annularia* sp.，*Pecopteris* sp.，*Phyllotheca deliquescens*，*Iniopteris sibirica*，*Brongniartites Salcifolius*，*Zamiopteris glossopteroides*，*Rhipidopsis lobata*，*Noeggerathiopsis scalprata* 等。

2. 金塔组(P_2j)

分布于红柳园、北山煤窑、双堡塘和俞井子、金塔县梧桐沟一带。为一套滨海—浅海相沉积，主要为绿色玄武岩、火山角砾岩、英安岩、夹长石石英砂岩、硅质岩、硅质页岩及少量硅质灰岩及石灰岩。含腕足类、菊石、瓣鳃类等化石，菊石：*Pseudogastrioceras* sp.，*Stacheoceras* sp.，*Strigogoniatites* cf. *Liuchowensis*；腕足类：*Phricodothyris asiatica*，*Spiriferella rajah*；瓣鳃类：*Aviculopecten hiemalis*。在金塔梧桐沟，该组厚达1413米；在肃北县双井和额济纳旗一带，最大厚度在1500米以上。

3. 方山口组(P_2f)

1975年甘肃区测二队在敦煌县方山口建立方山口群。命名剖面位于方山口东南35公里白尖山南麓，1965年甘肃区测一队曾命名为马莲井组。1966年中国科学院兰州地质研究所曾创建红柳峡群。1974年甘肃区测二队建红岩井群。所有这些地方性名称，经1975年西北

区晚古生代地层会议讨论决定只保留代表性较强的"方山口群"一名，其它予以废除。1980年《西北地区区域地层表甘肃省分册》将其改为方山口组。

方山口组分布于北山地区的敦煌、安西、肃北、金塔以及内蒙额济纳旗一带。为一套陆相及海陆交互相沉积。岩性为灰绿色炭质页岩、含炭粉砂质页岩、灰色硬砂质长石砂岩、长石质硬砂岩和硅质灰岩。产动植物化石，植物化石：*Callipteris altaica*, *Pecopteris anthriscitolia*, *Iniopteris sibirica*, *Glottophyllum cuneatum*；腹足类：*Paromphalus* cf. *kweitingensis* 及苔藓虫等。厚度 2517 ~ 3624 米。该地层与下伏金塔组呈不整合或假整合接触，与上覆地层接触关系不明。

第四节 中 生 界

一、三叠系(T)

分布较广，以祁连山区及河西走廊一带出露较好；北山及巴丹吉林、额济纳旗一带出露零星。沉积类型有陆相、海相及海陆交互相。陆相三叠系分布于北祁连山区、河西走廊地区以及北山、巴丹吉林等地区。海相三叠系分布于中祁连山区东段以及南祁连山区；海陆交互相则分布于中祁连山西段。塔里木区缺失三叠系(图 3－10)。

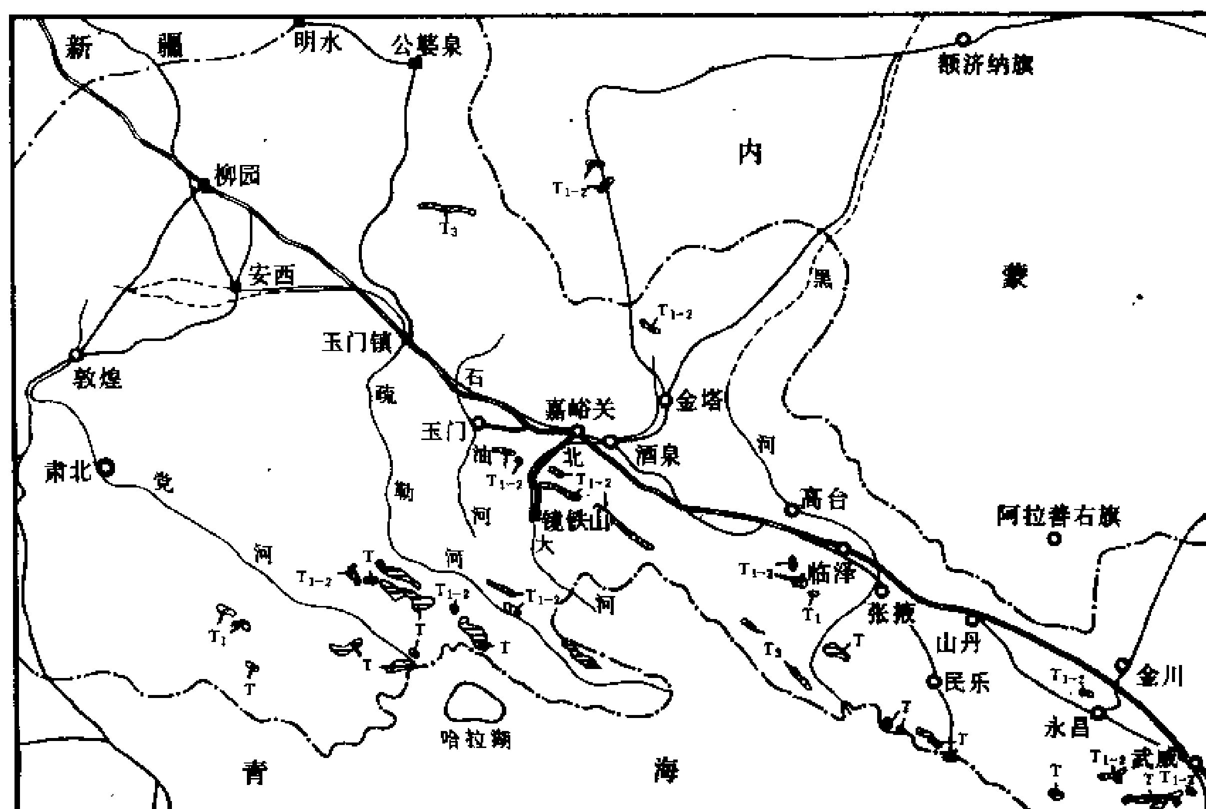


图3－10 甘肃西部三叠系露头分布图

（一）下三叠统阳康群（T_1yn）

本区可以肯定而且能单独分开的下三叠统，仅分布于南祁连山区及中祁连山区的东部；分布在南祁连山党河以南一带的下三叠统命名为阳康群；发育于甘肃临夏地区的下三叠统命名为隆务河群，岩性与阳康群基本一致，唯厚度巨大，临夏和临潭一带，可达6450米。分布在托来南山、疏勒南山南坡的阳康群，是一套以滨海相碎屑岩为主的沉积。岩性为紫红色砂岩夹砾岩，浅灰色、灰绿色砂页岩夹少量石灰岩透镜体，含腕足类 *Lingula* sp.；瓣鳃类：*Entolium* cf. *discites*、*Myophoria laevigata*、*Unionites fassaensis*、*Eumorphotis* sp.；*Subinyites Kashmiricus*，菊石：*Glyptophiceras nodosum*、*G. plare*、*G.* cf. *extremum*、*Ophiceras* cf. *tibeticum*、*Vishnuites decipiens*、*Xenoceltites multilobatus*、*kashmirites* sp. 等化石。阳康群厚162～660米。与下伏二叠系为假整合接触。

（二）中—下三叠统（T_{1-2}）

1. 西大沟群（$T_{1-2}xd$）

1942年孙健初将他在1936年命名的西大沟系（P—T）的时代改为三叠纪。1964年全国地层会议统一为西大沟群，时代划归早中三叠世。该群仅分布于北祁连山及河西走廊一带，属内陆河湖相沉积。是一套化石稀少的以紫红色为主的碎屑沉积，砂球构造及斜层理发育。与下伏二叠系窑沟组为整合接触。厚度430～769米。

玉门市大山口出露的西大沟群，为山麓河流相的红色碎屑岩。底部为紫红色含砾粗砂岩夹灰白色、灰绿色含砾粗砂岩、紫红色粉砂质泥岩，普遍具有砂球构造。中部为浅紫红、灰白色含砾粗砂岩夹砾岩，具交错层理。上部为灰白色夹紫红色含砾粗砂岩及粗砂岩、细砂岩。顶部为紫红色粗砂岩，胶结疏松，总厚431米。与下伏二叠系窑沟组为假整合接触；与上覆地层龙凤山群呈不整合接触。上三叠统缺失。

分布于肃南县羊露河一带的西大沟群，厚达769米，岩性与玉门市大山口剖面一致、所不同的是与上覆上三叠统南营儿群为整合接触，与下伏窑沟组亦为整合接触。

分布于永昌、山丹、天祝及景泰一带的西大沟群，为内陆湖泊—河流相沉积，岩性为浅紫灰、紫红色砂岩、砂砾岩，局部夹页岩；底部普遍具有砂球构造，厚度变化大，296～1097米。在景泰至白银区一带，含有丰富的植物化石，如：*Neuropteridium ovatum*、*Ctenozamites sarrani*、*Bernoullia zeilleri*、*Areolatifestuca gansuensis*、*Glossophyllum*? *shensiense* Sze、*Todites margarites* Wang、*Cladophlebis goeppertiana*、*Danaeopsis*? *macrosporangiata*、*Thinnfeldia* sp.、*Equisetites* sp.、*Podozamites lanceolatus*、*Nilssonia* sp. 等；叶肢介 *Euestheria yipinglangensis*，*E.* cf. *minuta*。

2. 二断井群（$T_{1-2}er$）

仅分布于北山南带、肃北县珊瑚井至二断井以及内蒙额济纳旗的卡路山地区。露头零星而且面积小，为一套氧化环境干燥气候条件下形成的山麓相粗碎屑沉积。下部以紫红色砾岩和砂岩为主，夹灰白色砂砾岩。上部为紫红色砂岩、砾岩及灰色含砾砂岩之互层。总厚1600米。在额济纳旗地区为紫红、灰白色砂砾岩夹含砂砾的泥灰岩。厚度大于843米。

（三）中三叠统（T_2）

甘肃西部地区的中三叠统仅在祁连山之南党河上游的牙马台和大冰沟一带有出露，命名为郡子河组。与甘南临夏、卓尼和碌曲县一带出露的古浪堤组时代相当，岩性基本一致。

分布于肃北县的郡子河组（T_2j），为一套气候较温湿环境下形成的滨海—浅海相碎屑岩夹碳酸盐岩沉积。上部为灰绿色含砾砂岩、灰色石英长石砂岩夹砂质灰岩和生物碎屑灰岩。

下部为灰绿色含砾砂岩、灰黑色粉砂质页岩、夹砂岩和石灰岩扁豆体。含腕足类、瓣鳃类和腹足类化石，腕足类：*Spiriferina tsinghaiensis*, *S.* cf. *bifurcata*, *S.* cf. *lipoldiformis*, *Aulacothyris angusta*, *A.* aff. *opina*, *Aequspiriferina multiplicata*, *Septaliphoria rhomba*；瓣鳃类：*Palaeoneilo elliptica*, *Myophoria laevigata*, *Mysidioptera aurita*, *Eumorphotis*? *illyrica*, *Myophoriopis* sp.；腹足类：*Natiria costata*, *Naticopsis Signata*。厚度278米以上。

(四) 上三叠统 (T_3)

上三叠统在甘肃西部地区分布不广，露头不多，北山地区的红柳园、肃北珊瑚井和二断井一带有小块露头，甘肃省区测队命名为珊瑚井群。在河西走廊区西部普遍缺失晚三叠世的沉积，仅在走廊东段天祝一带有分布。北祁连山区的独山子和肃南洪水坝河两岸亦有出露。分布于南祁连区的疏勒南山南坡和中祁连山区的托赖南山南坡的上三叠统，命名为默勒群。其它地区如黑鹰山、巴丹吉林和敦煌等地尚未见晚三叠世地层露头。

1. 南营儿群 (T_3nn)

1947年，李树勋在武威南部南营儿的灰绿色砂岩夹页岩中获得化石 *Daneopsis fecunda*，创建了"南营儿建造"，该化石经斯行健、李星学研究确定为晚三叠世植物分子，并认为可与陕北的延长群对比。

该群岩性为灰绿、浅灰色粉、细砂岩，夹炭质页岩、砂质页岩、砾岩及薄煤层。下部一般为紫红、灰绿色含砾粗砂岩、粘土质泥岩、偶夹砾岩，属河流相湖泊沼泽相沉积。在平凉、天祝和永登一带，产油页岩及耐火粘土，含植物、腹足类及叶肢介等化石。上部为灰绿、灰白色砂页岩、夹煤线。含植物化石：*Neocalamites* sp.，*Equisetites* sp.，*Ginkgoites magnifolius*，*Cladophlebis raciborskii*, *Neocalamites Carrerei*, *Todites Shensiensis*, *Radicites* sp.，*Neocalamites* sp.。总厚256～1452米。与下伏西大沟群为整合或平行不整合接触。

2. 珊瑚井群 (T_3sh)

分布于北山地区的格鲁玛井和四通井一带，向东经珊瑚井至二断井。为一套河湖相碎屑沉积，岩性主要为灰色、灰绿色含砾砂岩、硬砂岩、长石砂岩、粉砂岩及灰质页岩；产植物化石：*Danaeopsis fecunda*, *Neocalamites Carrerei*, *Sphenopteris* sp.。底部与二断井群为连续沉积，顶部为断层所截，出露不全，厚度为752米。

3. 默勒群 (T_3ml)

分布于中祁连山区南缘、硫磺山、托莱南山南坡、疏勒南山南坡以及青海省天峻县一带。属以河湖相为主的滨海—沼泽相碎屑岩沉积。是在海退的总趋势下的滨海地带形成的。按岩性可分为三个岩组：下岩组为浅灰、灰绿色长石石英砂岩，含砾硬砂质长石砂岩夹灰黑色页岩、粉砂岩、砂质灰岩，含植物和瓣鳃类化石，厚45～576米。中岩组为灰、灰黄色灰质页岩、炭质页岩、粉砂岩、砂岩及砂质灰岩；含植物、瓣鳃和鱼类等化石，厚度758～1014米。上岩组为灰绿色长石石英砂岩夹黑色页岩、粉砂质泥岩，含植物化石碎片，厚317米。根据砂质灰岩与少量海相瓣鳃类化石推断，该群在青海省内有滨海相沉积，总厚达1651米。其中产植物化石：*Thinnfeldia* sp.，*Compsopteris hughesi*, *Neocalamites rugosus*, *Danaeopsis fecunda*；鱼：*Palaeoniscidae* 瓣鳃类：*Unio ningxiaensis*, *Utschamiella* cf. *elliptica*。与下伏地层为整合接触。

二、侏罗系 (J)

分布广泛而零星，北山、巴丹吉林、祁连山、塔里木盆地、以及走廊一带均有分布，为一套陆相碎屑岩沉积。由于印支运动影响，各盆地之间彼此隔离，岩性、岩相均有差异。在

祁连山区的山间盆地和山前盆地，先后有不少地质单位为了不同的找矿目的进行了不少工作，对侏罗系研究较详。中、下侏罗统含有可采煤层，局部地区有生储油层及油页岩的分布，在潮水盆地青土井及民和盆地海石湾、虎头崖有油藏分布，中口子盆地有油苗（详见盆地各论）。沉积厚度变化较大，一般是东部厚西部薄。上统为较干燥的河湖相红色碎屑岩建造，分布较广泛（图 3－11）。

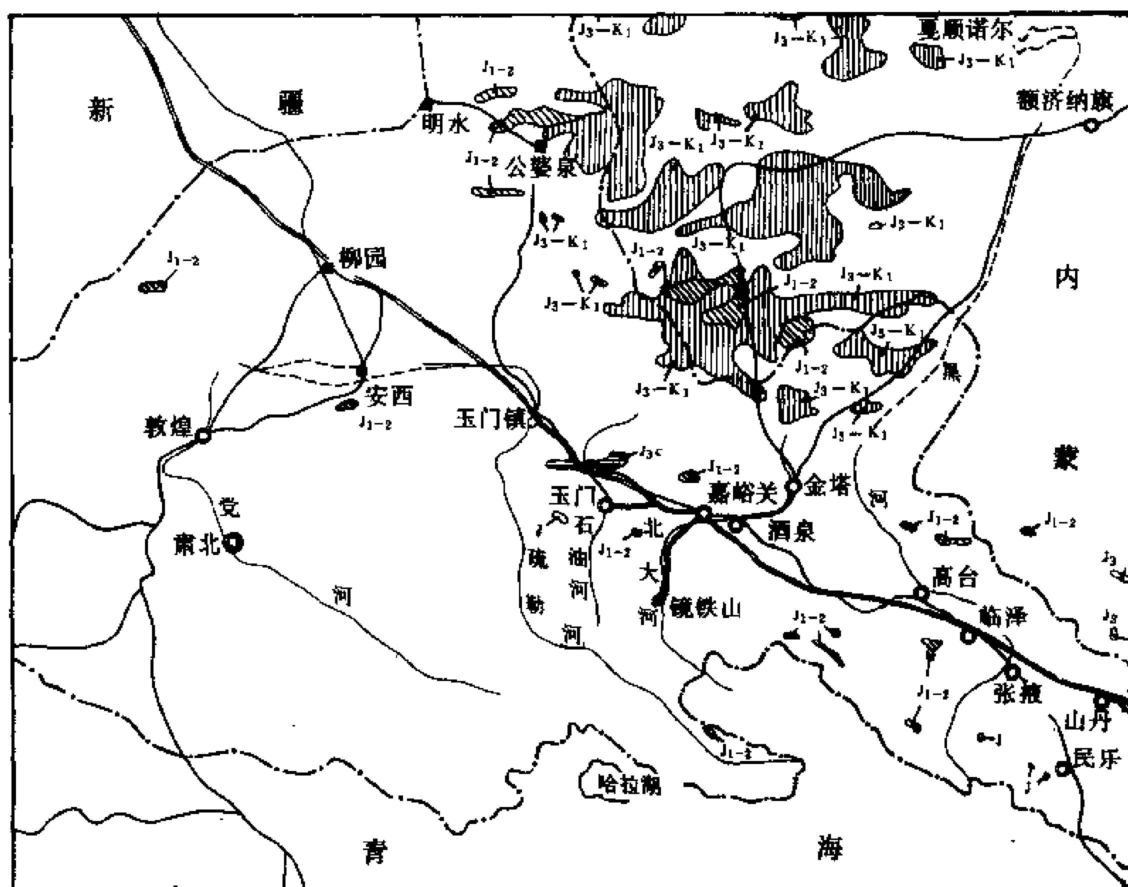


图 3－11　甘肃西部侏罗系露头分布图

（一）下侏罗统 (J_1)

本区东部的下侏罗统命名为大西沟群。而本区西部的下侏罗统则与中统合为一体，由于研究不详而未分。龙首山地区永昌一带的下侏罗统命名为芨芨沟群。

1. 大西沟群 (J_1dx)

仅在兰州阿干镇、武威九条岭、天水后老庙、以及靖远、会宁一带有出露。属河湖相沉积。岩性为灰绿、灰紫红色砂岩、砂砾岩及粉砂岩、粘土岩，并夹煤层，含植物化石。在靖远县刀楞山和会宁县炭山沟，属河流沼泽相沉积。岩性以灰绿色砂岩、砾岩、页岩及泥岩，夹有煤层，其中产植物化石：*Podozamites Schenki*, *Cladophlebis* cf. *tsaidamensis*, *Pityophyllum Staratschini*, *Czekanowskia rigida*, *Radicites* sp., *Thaumatopteris* sp., *Stenorachis* sp., ? *Sphenobaiera* sp., *Neocalamites* sp., *Elatocladus* sp., *Ginkgoites* sp.,

? *Schizolepis* sp., *Phoenicopsis* sp.等。厚度 87 ~ 308 米。与下伏上三叠统南营儿群呈不整合接触。

2. 芨芨沟组（J_1j）

仅分布于永昌草大坂及阿拉善右旗芨芨沟地区。岩性为灰白色砾岩、砂砾岩、砂岩夹泥页岩及薄层浅黄色石灰岩，偶夹菱铁矿透镜体及煤线，属湖沼相沉积。其中含有以下植物化石：*Baiera furcata*, *B. gracilis*, *Ginkgoites* sp., *Cladophlebis* cf. *denticulata*, *C.* cf. *fangtzuensis*, *Sphenopteris* sp. *Neocalamites* sp., *Coniopteris* cf. *hymenophylloides*。厚 301 米。

（二）中—下侏罗统（J_{1-2}）

由孙健初 1936 ~ 1942 年命名的龙凤山系、青土井系和窑街系，经 1959 年全国地层会议均改为"群"。1980 年出版的《西北地区区域地层表甘肃省分册》将窑街群肢解为下侏罗统大西沟群和中侏罗统窑街组；将青土井群下部划分出芨芨沟群，时代属早侏罗世，上部仍保留青土井群，但时代改为中侏罗世。并将龙凤山群改名为大山口群。前两个群的细分理由充分，可以采纳；但龙凤山群自创建以来，一直被广大地质工作者沿用至今，无可非议。因此，本志仍保留龙凤山群的叫法，时代属早—中侏罗世。

1. 龙凤山群（$J_{1-2}ln$）

龙凤山群分布于河西地区、北祁连山区及北山广大地区，阿拉善、内蒙额济纳旗、巴丹吉林与塔里木地区亦有分布。属河湖沼泽相沉积。岩性主要为紫红、灰绿色砂、页岩夹砾岩、煤层、菱铁矿结核，局部地区夹火山凝灰岩及玄武岩。在砂页岩中含植物化石丰富，以 *Coniopteris* — *Phoenicopsis* 植物群为主，以及 *Clathropteris Pekingensis*, *C. menisctoides*, *Neocalamites* sp., *Cladophlebis* sp., *Coniopteris* cf. *nerifolia*, *Ginkgoites* sp., *Desmiophyllum* sp., 等化石。在玉门市大山口厚达 163 米；安西芦草井厚达 188 米。

分布在北山地区公婆泉以北牛圈子，通畅口一带以及额济纳旗野马泉一带的龙凤山群，属内陆湖泊相沉积。岩性以砂页岩为主、夹有泥灰岩扁豆体及煤层，其中含植物化石。在肃北县明水之东的粉砂质板岩中产鱼化石：*Ptycholepidae*, *Eugnathidae*。厚度一般为数百米，但肃北条湖剖面厚度达 1573 米以上。

祁连山西段玉门市旱峡煤矿的龙凤山群，为河流—沼泽相沉积，岩性为灰绿、灰色厚层砾岩、砂砾岩、粉砂岩以及灰黑色砂质泥岩、炭质页岩和煤层。含植物化石：*Coniopteris tatungensis*, *C. hymenophylloides*, *C. burejensis*, *Cladophlebis* sp., *Equisetites* cf. *lateralis*, *Phoenicopsis angustifolia* 等，属锥叶蕨及拟刺葵植物群。本群厚度为132 ~ 1080 米，各地变化较大，但岩相较稳定。

2. 青土井群（$J_{1+2}qn$）

1942 年孙健初于潮水盆地将含煤地层命名为青土井系。其时代据化石定为早—中侏罗世。1959 年全国地层会议改为青土井群。1976 年甘肃省 50 万分之一的地质矿产图说明书认为与酒泉地区龙凤山群岩性相同，故将青土井群取消，统一改用龙凤山群。

玉门石油管理局历来将潮水盆地青土井群均划归为早—中侏罗世。按岩性可分为上、下两部：下部为黄灰色及青灰色砂砾岩与灰绿色泥页岩呈不等厚互层，其中夹有油砂层及油页岩，下段夹有煤线及铁质结核，泥岩中含石膏脉及云母片，属湖泊相沉积。产植物化石 *Baiera gracilis*, *Czekanowskia* cf. *rigida*, *Coniopteris hymenophylloides*, *Ginkgoites* cf. *sibirica*, *Cladophlebis*, *Podozamites*, *Equisetites* 等。厚 450 米。上部灰白色、天青色及灰绿

色页岩夹凸镜状油页岩、薄层细砂岩。厚55米。

(三) 中侏罗统 (J_2)

在本区分布较广,但研究不详,导致中—上侏罗统和中—下侏罗统未能分开。近年来这方面研究虽有进展,但也仅限于局部地区,如武威、山丹、靖远县一带的新河组。属浅湖相沉积,岩性为黄绿色砂岩,砂质泥岩夹灰色及棕红色泥岩、砂岩和煤线,底部为细砾岩。其中含瓣鳃类、轮藻、叶肢介、介形虫、昆虫、鱼、腹足类和植物化石。厚116米。新河组系甘肃区测一队1967年命名、标准剖面在山丹新河王家湾。

(四) 上侏罗统 (J_3)

在本区分布较广,多为红色碎屑沉积,构成红色盆地,中部常夹有煤系地层。与中下统为不整合接触,或超覆于更老地层之上。由于研究程度较低,采获的化石不多,所以分布于祁连山及河西走廊以及北山额济纳旗地区的上侏罗统,均命名为赤金堡群;分布在龙首山、潮水盆地及永昌青土井一带的上侏罗统,命名为沙枣河群;分布在山丹王家湾、肃南九条岭和武威大口子一带的上侏罗统则命名为苦水峡组;但对此还有不同的意见,有人认为苦水峡组应跨中侏罗统。

1. 赤金堡组 (J_3c)

1936年孙健初将酒泉一带的上侏罗统命名为博罗砾岩和赤金堡统。博罗胡同和赤金堡位于酒西盆地南北两侧。1949年王尚文将盆地北缘的赤金堡统改为赤金堡群。盆地南缘的博罗砾岩,经过玉门石油管理局1956年105队研究结果、证明实为龙凤山群的相变,所含化石与龙凤山群相同,故将"博罗砾岩"名称废弃而统称龙凤山群。

1973～1975年,甘肃区测二队牛绍武等人对"赤金堡群"和"新民堡群"进行了研究,认为"赤金堡群"与"上新民堡群"层位一致,两者所产化石完全相同,因此建议将"赤金堡群"废弃;同时在赤金堡乡的赤金桥地区新创建赤金桥组,时代为晚侏罗世。1980年甘肃地层表将"赤金堡群"改用赤金桥组取代,并广泛使用于甘肃西部各地层剖面。我们认为在目前侏罗—白垩系的界线还有严重争议的情况下,将赤金堡群废弃的理由是不够充足的,也没有必要重新建立赤金桥组。赤金桥组既包括下白垩统的下新民堡群,也包括了上侏罗统的赤金堡群,实际上是把上侏罗的顶界上移了一大段,因而造成本区地层的混乱。如甘肃省地质局区测队,在测制北山地区和额济纳旗,巴丹吉林等地区的20万分之一的地质图时,广泛使用J_3-K_1的代号,使本来可以划分的地层反而不能分开了。

赤金堡组在本区多为巨厚红色碎屑沉积,属河湖相沉积,局部地区属山麓河湖相沉积。底部紫红色砾岩不整合于龙凤山群或更老地层之上。下部一般为紫红色砂砾岩夹灰绿色砂页岩。中部为灰绿色及棕黄色砂岩夹砾岩、含砾砂岩及灰绿色砂质泥岩,其中夹有劣质煤层及薄层泥灰岩层,在页岩中产植物化石 *Podozamites Lanceolatus*。上部为棕红色厚层砂岩、夹灰色泥岩及砂质泥岩,其中常含石膏。在酒西盆地,最大厚度达1440米。

2. 沙枣河群 (J_3sh)

仅零星分布于阿拉善右旗、永昌县青土井等地。岩性为灰红、灰褐、紫红色泥质粉砂岩和泥岩,含少量钙质结核及泥质团块。属湖相和山麓—洪积相沉积。厚376～549米。

1954年玉门矿务局将这套地层命名为沙枣河组。1976年甘肃省地质矿产图说明书上认为沙枣河群岩性与赤金堡组相似,故统一用赤金堡组代之。基于玉门石油管理局对潮水盆地地层系统沙枣河群一直沿用至今,而甘肃地层表也列有沙枣河群的剖面,故仍保留不变。

三、白垩系(K)

分布于本区的白垩系以下统最发育，最厚可达3000余米，是本区的主要生油岩系，在酒西盆地的青西凹陷有油藏分布。上统仅见于龙首山和武威一带。沉积类型除早白垩世早期以山麓河流相为主外，中晚期沉积多以河湖相为主。在局部地区尚夹有中基性火山喷发岩。当时气候温暖，生物发育，早白垩世以裸子植物为主，蕨类植物亦很繁盛，尤以被子植物的出现为特征。瓣鳃类、腹足类、叶肢介、介形虫和昆虫等化石亦很发育；同时还有鱼、轮藻及爬行类等化石(图3－12)。

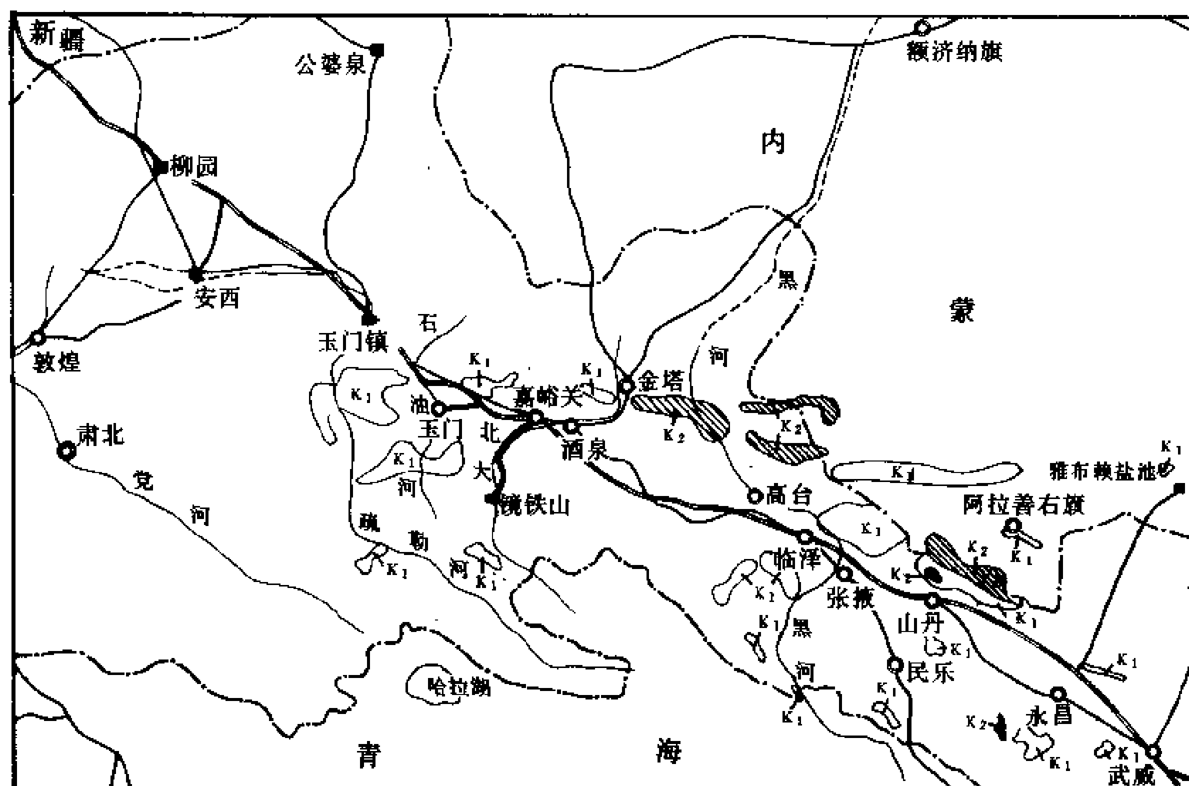


图3－12 甘肃西部白垩系露头分布图

(一)下白垩统(K_1)

本区下白垩统在不同地区有新民堡群、庙沟群、河口群。新民堡群的命名，与本区东部的六盘山群、西部的吐谷鲁群可以对比，层位基本相当。

1. 新民堡群(K_1xn)

新民堡群原名惠回堡系，据查证为孙健初所创建。1946年王尚文将惠回堡系划分为上下两部分，下惠回堡统为早白垩世，上惠回堡统归晚白垩世。根据侯祐堂(1958年)、赖星容(1959年)对介形虫的研究结果，认为惠回堡系的时代应全划归早白垩世。1959年惠回堡的地名改为新民堡，则惠回堡群也随之改为新民堡群，并细分为下新民堡亚群和上新民堡亚群，虽然这种改动不符合地层规范，却已得到了普遍承认和运用。但根据地层规范新民堡群与新民堡亚群不能同时并存，因此，本志将上、下新民堡亚群改为上岩组和下岩组。

新民堡群在本区分布范围较广，主要出露于酒泉盆地周缘，在巴丹吉林、额济纳旗、北山以及塔里木地区亦有分布，祁连山区也可见到，但以酒西盆地的新民堡、宽台山、红柳峡和旱峡一带发育最好。主要剖面见于新民堡的下沟和中沟地区，在低窝铺、赤金桥一带也有很好的露头。

(1)下岩组：主要岩性为紫红色砾岩、砂岩、浅紫色粉细砂岩、灰黑色页岩夹泥灰岩、黄绿色泥岩、粉砂岩，局部地区夹有玄武岩。为湖相沉积。黑色页岩中常含沥青质，在旱峡沟口等处，其含量为 200 ~ 1000 ppm，为本区主要生油层。与下伏地层赤金堡群呈不整合或假整合接触，一般厚 300 ~ 1140 米。本组富产化石，其中有恐龙、鱼、昆虫、叶肢介、腹足类、瓣鳃类、介形类、轮藻和植物化石。

(2)上岩组：按岩性大致可分为上下两段，下段下部为紫红色砾岩，上部为灰绿色砾岩，杂色硬砂质石英砂岩与泥岩互层。厚 170 ~ 188 米。从紫红色、灰绿色到杂色，由粗到细再由细到粗，组成一个完整的沉积旋回，属河湖相沉积。上段下部为紫红色砾岩，厚达数百米，上部为黄褐色长石砂岩与灰绿色紫红色泥页岩互层，夹泥灰岩与多层砾岩、砂砾岩。厚 658 ~ 1161 米。从紫红色、黄褐色至杂色，由粗到细，又形成一个沉积旋回。

本组亦产腹足类、介形类、瓣鳃类、叶肢介、昆虫和鱼等化石，但其种属和数量都不如下岩组丰富。

新民堡群下岩组化石丰富，以热河生物群：*Lycoptera* ~ *Eosestheria* ~ *Ephemeropsis* 组合为特征。有叶肢介：*Yanjiestheria*, *Bairdestheria*, *Orthestheriopsis*, *Diestheria*；鱼化石：*Sunolepis Yumenensis*, *lycoptera* sp.，*Sinamia* sp.；瓣鳃类：*Sphaerium* spp.，*Nakamuranaia Chingshanensis*，*Ferganoconcha* spp.，Nippononaia sp.，*Corbicula tetoriensis*；介形类：*Cypridea*, *Mongolianella*, *Timiriasevia*, *Darwinula*, *Eucypris inbantilis* 等；腹足类：*Probaicalia gerassimovi*, *Viviparus* sp.，*Physa* cf. *vitimensis* Ramm；恐龙：*Ornithischia*, cf. *Noripterus Complicidens*；植物化石：*Ruffordia* — *Onychiopsis* 组合，尚有 *Pagiophyllum* sp.，*Brachyphyllum* sp.，*Otozamites* sp.，*Podozamites* sp. 等。孢子花粉：经徐仁、张德昕、周和仪、杨惠秋等的研究，认为其中古老的短叶杉、坚叶杉、苏铁杉等属占绝对优势。其次是真蕨类的草本植物海金沙科的海金沙和类似的 *Klukia*, *Ruffordia*, *Aneimia*, *Mohria* 等属的植物为主，少量石松属(*lycopodium*)、卷柏属和类似木贼属(*Equisetum*)，紫萁属(*Osmunda*)及里白属(*Gleichenia*)的植物伴生其间。在新民堡群沉积的中期和后期，被子植物木兰属(*Magnolia* sp.)开始出现。粉藻化石，经王水鉴定有：*Aclistochara hungarica*, *Aclistochara huihuibaoensis*, *Charites xiagouensis*, *Clypeator jiuquanensis*, *Aclistochara Caii*, *A. laiae*。昆虫：*Ephemeropsis trisetalis*, *Mesoblattina Cretacea*, *Petalocupes Cameropteroides*, *Tetillopsis parvula*, *Glottocoleus Platumbodes*, *Uskatocoleurs eurys Planocoleus ensatus* 等。

根据上述化石，不同门类的古生物学家有不同的认识。顾知微等根据软体动物的研究，认为新民堡群属中—晚侏罗世沉积，并得出酒泉盆地无白垩系的结论。徐仁、江德昕等根据孢粉的研究，认为新民堡群不仅以蕨类植物为主，被子植物也有出现，是进入白垩纪的明显标志。侯祐堂、赖星容等根据介形虫的研究，也确认新民堡群为早白垩世。曹正尧、厉宝贤等根据植物化石的研究，认为 *Ruffordia* — *Onychiopsis* 植物群是早白垩世植物群的主要代表；并将新民堡群与内蒙固阳组、六盘山区的六盘山群、陇东的河口群、新疆吐谷鲁群进行对比。王水等根据粉藻化石认为属白垩纪的可能性大。在酒西盆地积阴功台曾获得恐龙

化石 *Ornithischia*，经王念忠鉴定属早白垩世。除此之外，前人曾对本区白垩系的沉积旋回、接触关系、岩性、重矿等进行了研究，均认为侏罗—白垩系有一定的界线可分。

目前争论的焦点，实际上也是热河生物群的时代归属问题。热河生物群在酒西盆地确实存在，这已为大家所公认，从生物组合可以与热河群的“九佛堂组”“阜新组”大致相当。从王鸿桢所编地史学教程中可以看出，目前大多数古生物工作者均已承认将“九佛堂组”、“阜新组”划入白垩纪，尽管还有少数人仍坚持为侏罗纪。但我们为了尊重前人的劳动成果，在没有足够的论据之前，保留原有的划分是适宜的。

侏罗系与白垩系的划分对比，历来就有不同的意见，玉门石油管理局自 1959 年以来，一直以下沟剖面为标准，将原惠回堡系改为新民堡群，细分为上、下新民堡群，并认其时代为早白垩世。1975 年甘肃省地质局区测队牛绍武等通过对下沟剖面的研究认为下新民堡（亚）群应属上侏罗统，并将上新民堡（亚）群改称新民堡群，又细分为下沟组和中沟组，时代归早白垩世。

1987 年由大庆油田、石油工业部勘探开发科学研究院和玉门石油管理局等单位，对我国北方侏罗—白垩系进行了统一的对比划分，认为酒来盆地原上侏罗统赤金堡群、下白垩统新民堡群均为早白垩世地层。1987 年玉门石油管理局据此将赤金堡群、新民堡群统一划归下白垩统。

上述各家观点在本书各章节均有不同程度反映，其主要原因是各家意见不一致，而且本志使用资料仅限于 1985 年底以前。本志仍将赤金堡组划上侏罗统，新民堡群划归下白垩统，为了明确上侏罗统、下白垩统在各盆地的对应关系，特列表如下（表 3－4）。

表 3－4　玉门地区各盆地侏罗—白垩系对应关系表

盆地 / 地层		区域	酒西	酒东	民乐	花海	1987 年北方侏罗—白垩系划分对比
新民堡群 K_1xn	上新民堡亚群 K_1x_2	上岩组 K_1x_2	中沟组 K_1z	上岩组 K_1x_2	上岩组 K_1x_2	中沟组 K_1x_2	中沟组 K_1z
	下新民堡亚群 K_1x_1	下岩组 K_1x_1	下沟组 K_1x	下岩组 K_1x_1	下岩组 K_1x_1	下沟组 K_1x_1	下沟组 K_1x
赤金堡群 J_3ch	赤金堡组 J_3c	赤金堡组 J_3c	赤金堡组 J_3c	赤金堡组 J_3c	赤金堡组 J_3c	赤金堡组 J_3c	赤金堡组 K_1c
龙凤山群 $J_{1-2}ln$		龙凤山群 $J_{1-2}ln$	龙凤山群 $J_{1-2}ln$	龙凤山群 $J_{1-2}ln$	龙凤山群 $J_{1-2}ln$	龙凤山群 $J_{1-2}ln$	龙凤山群 $J_{1-2}ln$

2. 庙沟群（K_1mg）

庙沟群仅分布于龙首山北麓和潮水盆地南缘，呈北西向断续带状展布。为砖红色、暗紫

红色砾岩、砂砾岩、砂岩、泥质砂岩夹砂质泥岩、页岩、偶夹泥灰岩及钙质层，并含石膏，属河—湖相沉积。含腹足、瓣鳃、轮藻、介形类化石。与下伏地层沙枣河群呈不整合接触。厚度980米。甘肃省地质局在1∶50万甘肃省地质矿产图说明书中认为庙沟群岩性及古生物可与新民堡群对比，故用新民堡群取代了庙沟群。这里，我们根据1980年出版的甘肃地层表仍保留庙沟群这一名称。

3. 河口群（K_1hk）

1947年孙健初和王尚文于兰州河口剖面建立河口群，时代归早白垩世。分布于祁连山区东段武威、靖远和兰州一带。按岩性分为下、中、上三部分：下部主要为紫红、灰绿色砾岩。中部为褐红色砂岩、泥岩夹杂色泥岩及泥灰岩。上部为紫红色泥岩夹砂岩。最大厚度5432米。产鱼、植物、叶肢介、腹足类、瓣鳃类及孢粉等化石。属河湖相碎屑岩建造。鱼化石：*lycoptera*, *Sinamia*，硬鳞鱼、方鳞鱼等。1∶20万乐都幅区测工作时于窑街附近的河口群中还发现狼鳍鱼，中华弓鳍鱼产于兰州市白银下孤山剖面。兰州市河口剖面下岩组也有中华弓鳍鱼（*Sinamia* sp.）产出，并产叶肢介：*Yanjiestheria* sp.，*Bairdestheria* sp.，*Brachygrapta* sp.，*Turfanograpta* sp.等；植物有：*Drepanozamites* sp.，*Elatocladus* sp.，*Sagenopteris* sp.，*Ginkgoites sibiricus* (Heer) *Seward*, *Cladophlebis* sp.，*Podozamites Lanceolatus*, *Onychiopsis* sp.，*Pityophyllum* sp.，瓣鳃类：*Unio grabaui*, *Nakamuranaia chingshanensis*, *Sphaerium selenginense*,（Martinson）等；腹足类：*Valvata transbaicalehsis*, *Bithynia leachiodes*, *Galba* sp.等。

于民和盆地河口群中发现小型油藏。

（二）上白垩统（K_2）

本区的上白垩统分布不广，仅出露于阿拉善台隆南缘的潮水盆地，命名为金刚泉群。分布于永昌一带的命名为马莲沟群。银根盆地和花海—金塔盆地东部及南部亦有上白垩统分布。

1. 金刚泉群（K_2jn）

仅见于潮水盆地丘陵地区及雨泉井至芨芨台子一线，呈带状展布。岩性主要为红色含砾粗砂岩、中粗粒砂岩、泥质粉砂岩、砂质泥岩与紫红色泥岩互层。在阿拉善右旗的东山庙剖面中含爬行类化石：*Protoceratops* sp.。本群岩性岩相变化不大，但厚度变化较大，一般为270～749米。

角龙在白垩纪后期才开始发展，可能由鹦鹉嘴龙发展而来，是最晚灭绝并成为白垩纪末期最繁盛的恐龙类，因此金刚泉群的时代属晚白垩世是有充分依据的。

2. 马莲沟群（K_2ml）

分布在永昌新城子和肃南九条岭的几个孤立的盆地内，属内陆湖泊相沉积。岩性为灰紫、灰绿色泥质粉砂岩、粉—细砂岩，局部夹泥灰岩、砂质泥岩和石膏，含叶肢介化石。厚度367～977米。1965年甘肃区测一队根据永昌县新城子马莲沟剖面首创马莲沟组，1980年甘肃地层表将其改为马莲沟群。按岩性可分为上下两个岩组。

下岩组：底部为灰、灰绿色砂页岩互层夹泥质粉砂岩及泥岩。与下伏窑沟组呈角度不整合接触。中部为紫红、灰绿、灰褐色砂质页岩及灰黄色泥灰岩、泥质粉砂岩，在泥灰岩中产叶肢介化石：*Estherites liushinesis*, *Dimorphostracus nunjiangensis*, *D. tenellus*。厚173米。

上岩组：下部为灰紫及灰绿色泥质粉砂岩、砂质页岩夹黄绿色细砂岩。上部为灰紫、灰绿色泥质粉砂岩夹灰白色长石粗砂岩。与上覆地层呈角度不整合接触。厚191米。

第五节 新 生 界

一、第三系(R)

第三系在本区分布广泛，但古新统和始新统缺失，渐新统分布也不广，以上新统最为发育。属内陆盆地红色碎屑岩建造，局部地区尚见有基性岩浆侵入或喷出。中新统是酒泉盆地主要储油层系(图 3－13)。

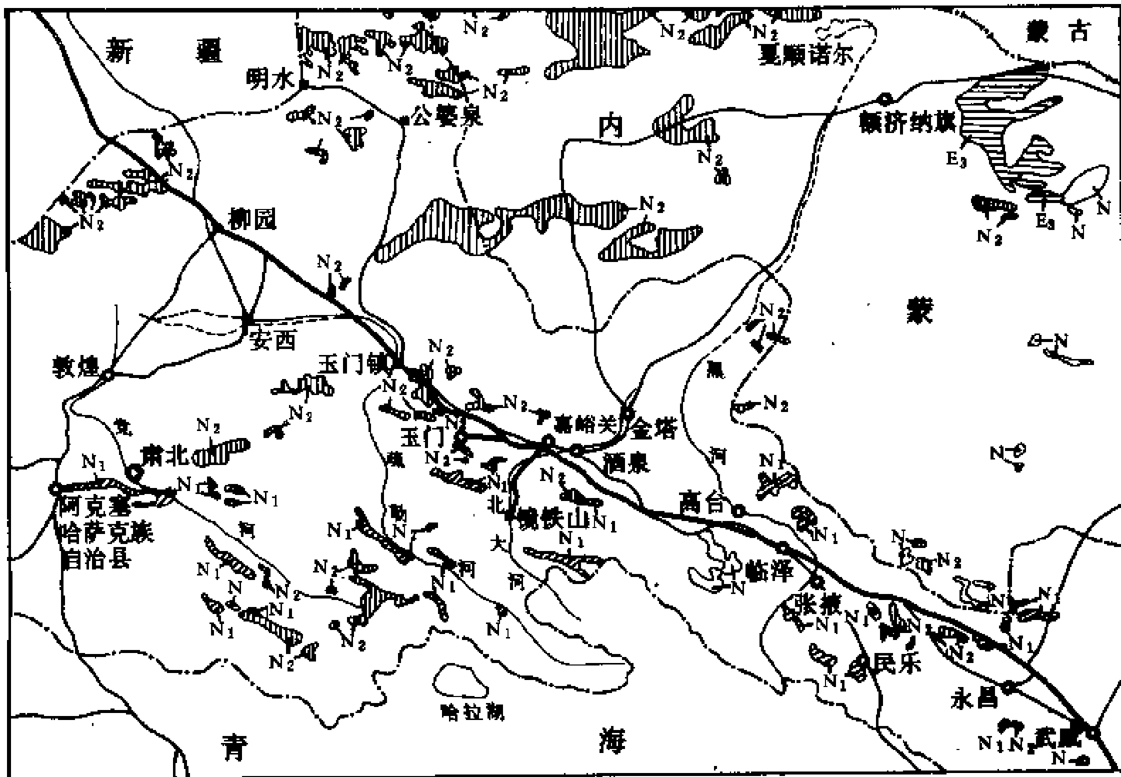


图 3－13 甘肃西部第三系露头分布图

(一) 渐新统(E_3)

1. 火烧沟组(E_3h)

火烧沟组分布于酒西盆地、昌马盆地以及中祁连山区的党河、疏勒河谷地、南祁连山党河南山小红沟、响水河及大冰沟一带，是酒西盆地储油层之一。为一套河湖相碎屑岩建造。岩性以砖红色砾岩、砂岩、砂质泥岩、泥岩为主。最大厚度可达 2776 米。分布于玉门市火烧沟和红柳峡一带的火烧沟组，最早命名为火烧沟群，并细分成三个组：即以 Eh_1、Eh_2、Eh_3，分别代表古新统、始新统、渐新统。1969 年甘肃省区测队对本区进行了 20 万分之一区域地

质测量，依据古生物化石及岩性、岩相特点，确定火烧沟组为渐新世晚期沉积，其主要依据是缺乏木本植物花粉。因此认为不够建立“群”的条件并提出改“群”为“组”。据此，细分层如下：

(1)缮马城段(E_3h_1)：棕红色砾岩夹砂质泥岩，以块状砾岩为主，在缮马城出露最好，与下伏地层为不整合接触。厚289米。

(2)乔家段(E_3h_2)：以砖红色块状砂岩为主，其中夹灰白色粗砂岩。以缮马城西之乔家出露最好。厚132米。

(3)红柳峡段(E_3h_3)：紫红色砂岩、砂质泥岩夹白色、浅红色泥岩。泥岩内含钙质结核，厚776米，泥岩中含孢粉：*Magnoliaceae*、*Ginkgo*、*Pinaceae*、*Ephedra*、*lycopodium*、*Osmunda*、*Polypodiaceae*。在嘉峪关地区产哺乳类化石：*Mimolagus rodens*、*Anagalopsis kansuensis*。

分布于中祁连山党河、野马河、疏勒河谷地及野马滩一带的火烧沟组，为一套河湖相泥质碎屑岩建造。岩性以砖红色砾岩、细砾岩、砂质泥岩、泥岩为主，夹黄褐色、灰绿色页岩、粉砂质页岩和粉砂岩，局部地区夹薄层石膏。含腹足类、介形类、哺乳类及植物化石。腹足类：*Planorbis* sp.、*Pseudominicola* sp. *Succinea* sp.、*Hippeutis* sp.；介形类：*Cypris decaryi*；哺乳类：*Luseclivora* sp.、*Palaeoerinaceus* cf. *rectus*, P. *Kansuensis*, *karakoromys* cf. *decescus*, *Tachyorctoides Obrutschewi*?、*Schizotherium* sp.? *Eumeryx* sp. 等；植物：*Acer Pliocenicum*, *Cyperacites* sp.、*Nuppabohlin*; chaney, *Rosa hornerii*。厚度387～2776米。

分布于南祁连山区党河南山一带的火烧沟组，属山间河流—滨湖相沉积。为灰、砖红、紫红色砾岩、砂岩、¥泥岩和泥灰岩夹石膏。含腹足类、脊椎动物和植物化石。腹足类：*Planorbis* cf. *youngi*, *Kwangsispira* sp.、*Campeloma* sp.、Radix sp.；植物：Tripogon cf. nanus; 哺乳类：? Palaeoerinaceus cf. acridens, karakoromys cf. decescus, Didymoconus sp., Sinolagomys kansuensis, S. gracilis 等。厚度1628～4400米。

2. 渐新统(未分)(E_3)

未分层的渐新统分布于内蒙巴丹吉林和阿拉善右旗地区，主要出露于洪格尔吉山西坡。由河湖相沉积的棕红、紫红色泥岩、砂质泥岩、砂砾岩夹黄褐色砂岩及石膏层组成。局部地区见有玄武岩夹层。下部紫红色泥岩中产哺乳类化石。厚度大于300米。

(二) 中新统(N_1)

上第三系中新统，在酒泉地区命名为白杨河组，在兰州地区命名为咸水河组，在山丹、永昌一带命名为临夏组。均为内陆河—湖相沉积。

1. 白杨河组(N_1b)

分布在玉门市白杨河、红柳峡以及酒泉盆地腹地，为一套河湖相碎屑岩沉积。

1942年孙健初在甘肃西部首次提出“白杨河系”和“疏勒河系”，以后据化石组合及岩性特征，确定白杨河组为中新统，疏勒河组为上新统。本组除在酒泉、花海、民乐和湖水等盆地有分布外，北祁连山区亦有分布。

本组以玉门白杨河地区研究较详细，按岩性分为三层，由下而上为：(1)间泉子层：桔红色中粒砂岩夹棕红色泥岩，含钙质结核与石膏。厚122米。(2)石油沟层：为棕红色砂岩、泥岩夹天青色砂岩，含石膏脉。厚137米。(3)干油泉层：为暗紫红、棕红色泥岩与砂岩互层。厚195米。其上与上新统呈平行不整合接触。总厚454米。在酒西盆地是主要含油层位。与下伏地层呈不整合接触。在酒西盆地的红柳峡和石油沟两处，本组产孢粉：

lycopodium, *Podocarpus*, *Dracunculus*, *Seriphidium*, *Compositaceae Polypodiaceae*。龙首山和潮水盆地一带，本组下部岩性较粗，以含砾砂岩、砂砾岩和砾岩为主。上部局部地段富含天青石砂岩。最大厚度达3269米。如青土井剖面，早期为山麓—河流相沉积，晚期为湖相沉积。北祁连山区白杨河组亦可分为三部分，从下至上均含石膏，以内陆湖相沉积的砖红、紫红、暗红色砾岩、砂砾岩和砂岩为主，夹砂质泥岩、泥灰岩和石膏层，可见厚度约100～1813米。

2. 咸水河组(N_1x)

分布于兰州地区民和盆地、永登县咸水河、野狐城及兰州市沙井驿一带。为一套河湖相的灰白色砂岩及红色粘土，底部为砂砾岩。含哺乳类及介形类化石。厚度大于434米。

在永登县咸水河峡口剖面中，含哺乳类化石：*Listriodon gigas*, *Gomphotherium wimani*, *Protalactaga grabaui*, *Heterosminthus orientalis*, *Plesiocricetodon leei*, *Paracricetulus Schaubi*, ? *Paralactage anderssoni* 等。

(三) 上新统(N_2)

上新统在本区分布广泛，出露于北山地层区的为苦泉组；出露于河西走廊和北祁连山区的为疏勒河组。在中祁连山区也有分布，本区东部兰州、临夏、临洮、陇西一带的上新统命名为临夏组。南祁连山区党河上游牙马台、大冰沟一带亦有疏勒河组的分布。

1. 疏勒河组(N_2s)

本组建立于酒泉盆地玉门市老君庙剖面，剖面共分三层，自下而上有：(1)弓形山层：岩性为杂色砂岩、砾岩、页岩和泥岩，泥岩中产腹足类化石：*Hydrobia* sp.，*Planorbis* sp.，*Ancyclus* sp.。厚74米。与下伏白杨河组呈假整合接触。(2)路塘沟层：岩性为棕红色砂岩、砾岩和砂质泥岩。厚57米。(3)牛胳套层：为灰黄色砂岩、砾岩、夹棕红色泥岩、砂质泥岩。厚570米。与下更新统呈不整合接触。在文殊山本组厚710余米。红柳峡、青山沟等地，本层泥岩中产介形类、腹足类和轮藻等化石。介形虫：*Cypris* sp.，*Metacypris* sp.。在红柳峡剖面还采获了一批孢粉化石。

本组在塔里木盆地周缘则以土黄色、灰绿色、砖红色钙泥质粉砂岩和砂质泥岩为主，夹含砾砂岩、砂岩、砾岩及泥灰岩等。为河湖相堆积之红色建造。厚度280～1500米。在南祁连山区，本组主要为紫红、桔红色砂质泥岩及砂质粘土、砾岩和含砾砂岩夹石灰岩和石膏。厚500～600米。

2. 苦泉组(N_2k)

1960年甘肃省区测队在马鬃山区和肃北县苦泉红色岩层中采到上新世腹足类化石，创名"苦泉组"。本组分布于北山区的黑鹰山、马鬃山以及红柳园一带。为一套干热气候条件下形成的内陆河湖相沉积。岩性以砖红、橙红色砂岩、泥质砂岩、粉砂质泥岩、砾岩和砂砾岩为主，局部夹灰白色淡水灰岩扁豆体和薄层石膏，亦常见钙质结核、菱铁矿结核、锰质结核。可见厚度40米。含腹足类化石：*Pseudophysa* cf. *grabaui*, *Bithynia* sp.，*Planorbis* sp.。

分布于黑鹰山、双尖山和红石山一带的苦泉组，岩性以砖红色砂质泥岩和泥质粉砂岩为主，夹黄绿色—灰黑色砂岩、砂质泥岩及粘土岩。局部地区顶、底部见杂色砾岩和含砾砂岩，常夹有薄层石膏，产哺乳动物化石及植物化石碎片，为一套内陆湖泊相碎屑沉积。可见最大厚度为66米。

3. 临夏组(N_2l)

主要分布于走廊东部与中祁连山区东部。如兰州、民和盆地以及临夏、临洮和陇西一带。其中以临夏附近发育最好，为一套内陆河湖相沉积。在甘南临夏王家山剖面，本组按岩性可划分为四个岩性段。以褐红色泥岩、砂质泥岩、砂岩和砾岩为主，夹紫红色泥岩和绿色泥灰岩条带。含哺乳类化石：*Hipparion* cf. *hippidiodus*，*Gazella* sp.，*Chilotherium* sp.，*Palaeotragus* sp.，*Cervus* sp.等。厚 120 ～ 1513 米以上。

本组在刘家峡地区，下部含有湖盆沉积型的石膏。在山丹、永昌一带，亦为内陆湖相沉积的桔红、褐黄色砂砾岩、砂岩、泥质砂岩，泥岩夹石膏，偶夹砂质灰岩。底部为砾岩。厚 900 米。在民乐盆地的峡子山南、高寨子、民乐县山城子一带有出露，在高寨子东南于上部砂砾岩的夹层中含哺乳类化石：*Cervidae*；在山城子地区于下部泥灰岩夹层中含叶肢介化石：*Estheria* sp.。总厚约 100 ～ 2358 米。

二、第四系（Q）

本区第四系分布广泛，全为陆相沉积，成因类型较多，含各门类的生物化石。按照传统的划分方法，将更新统划分为下、中、上三个亚统：即下更新统、中更新统和上更新统，分别以代号 Q_1、Q_2、Q_3 表示。全新统则没有细分，统以 Q_4 表示。1979 年全国地层会议建议将更新统改用 Qp，全新统改用 Qh，本志采用了这种建议。

（一）更新统（Qp）

根据以往的划分，更新统基本上可以三分。下部为玉门砾岩组，与下伏疏勒河组为角度不整合接触。前人将其划归第三纪晚期沉积。经近年甘肃省地质局区测二队的研究，认为划归更新世较为合理。其理由是：(1)玉门砾岩组与上新世疏勒河组以不整合相接触。(2)在疏勒河组中所采得的化石证明疏勒河组已是第三纪晚期的沉积。(3)在玉门砾岩组的砾石中，发现有冰川沉积和冰川擦痕，说明玉门砾岩组是更新世的沉积。

1. 玉门砾岩组（Qpy）

主要为紫灰、灰色半胶结—胶结状砾岩、砂砾岩、含砾粘土质砂土，夹不等厚砂层。上部泥岩中含有腹足类与芦苇化石。厚度 200 ～ 597 米以上。

2. 酒泉砾石层（Qpj）

由一套胶结不好的砂砾和粘土组成。属冲积、湖积和冰水沉积。与下伏玉门组呈角度不整合。最大厚度可达 200 ～ 318 米。

3. 更新统上岩组（Qps）

本组在祁连山与北山间的戈壁滩，以及山间凹地均有分布。成因类型复杂多样，有洪积、冲积、冰水堆积、残积和风积等类型。主要由松散砾石、砂砾、亚砂土、亚粘土混合组成。厚度由数米至数百米不等。常分布于山麓前，形成洪积扇和河谷阶地。在安西桥湾和潘家庄等地采到腹足类化石：*Gyraulus* sp.，*Hippeutis* sp.，*Planorbis* sp.，*Succinea oblonga draparnaud* 等，时代属晚更新世。厚度大小不一。

（二）全新统（Qh）

分布广泛。成因类型繁多。是第四系中分布面积最广，成因类型最多的一个统。有风成砂、冲积、洪积、湖沼、冰水堆积和化学沉积等。厚度各处不一，由几米至数百米。

风积层，分布于各盆地及巴丹吉林沙漠。腾格里沙漠，由灰黄、土黄、褐黄色中—细粒砂组成松散的砂丘，草丛砂堆、复合型的砂山；在巴丹吉林所见砂山，高达数十米至二百米。在固定的沙丘中，尚夹有少量亚砂土，构成沙丘、沙垅和沙梁地貌。

冰水堆积层、冰碛层和现代冰川多分布于祁连山海数 4500 米以上的高山区和 4100 ～

4200 米山谷中。冰水层多分布于山区箱形谷和山麓地带，构成低级冰水阶地和冰水扇形地，由砾、砂和含砾粘土组成。

冲积、冲积—洪积层，分布于山麓与河谷之间，由含砾石的黄土状砂土夹砂砾石透镜体组成。冲积层主要分布于现代河谷两岸的阶地，由砾石、砂砾层、亚砂土等组成。

第四章 构　造

甘肃省西部地区（以下简称甘西）总面积约45万平方公里，其中沉积岩分布面积约21.2万平方公里，组成30个盆地（如图4－1和表4－1）。

这些盆地和沙漠区分属于祁连褶皱系、中朝准地台、内蒙一大兴安岭褶皱系、塔里木地台和天山褶皱系等5个大地构造单元（图4－2）。

表4－1　甘肃西部沉积盆地概况表①

序号	名　称	面积 (km^2)	沉积厚度 (m)	含油气情况
1	酒　西	2700	6000	已发现老君庙等5个油田
2	酒　东	8406	5000	马营河剖面见沥青
3	民　乐	7428	4000	地面见沥青
4	皇　城	564	/	地面见沥青
5	武　腾	26000	1800	已发现油气显示
6	石包城—昌马	4214	3000	未发现油气显示
7	野马河	1496	/	同上
8	寺儿滩	2530	2000	同上
9	平城堡	1836	/	同上
10	盐池湾	2622	4800	同上
11	疏勒河	2400	3600	同上
12	民　和	(省内)8260	4000	虎头崖，海石湾地区出油
13	陇　西	/	/	见油气显示

续表

序号	名称	面积 (km²)	沉积厚度 (m)	含油气情况
14	南泡子泉	1906	1600	未发现油气显示
15	公婆泉	3456	/	同上
16	骆驼泉	1093	/	同上
17	石板井	859	/	同上
18	中口子—黑帐房	5320	3500	见地面沥青
19	札格高脑	7806	/	未发现油气显示
20	黑鹰山	1560	/	同上
21	银根	17800	/	未发现油气显示
22	巴丹吉林沙漠	约 6000	>10000	地面见油页岩
23	敦煌	(省内)26348	3000	未发现油气显气
24	踏实	/	/	/
25	阿克塞	(省内)12292	1500	未发现油气显示
26	花海—金塔	9700	5000	井下见油气显示及少量油流
27	雅布赖	10400	/	未见油气显示
28	潮水	17800	3000	青土井 2 号井见少量原油
29	巴音木都	14160	/	未发现油气显示
30	腾格里沙漠	约 55000	>10000	地面见油页岩

① 表中序号可与图 4－1 中 对应。

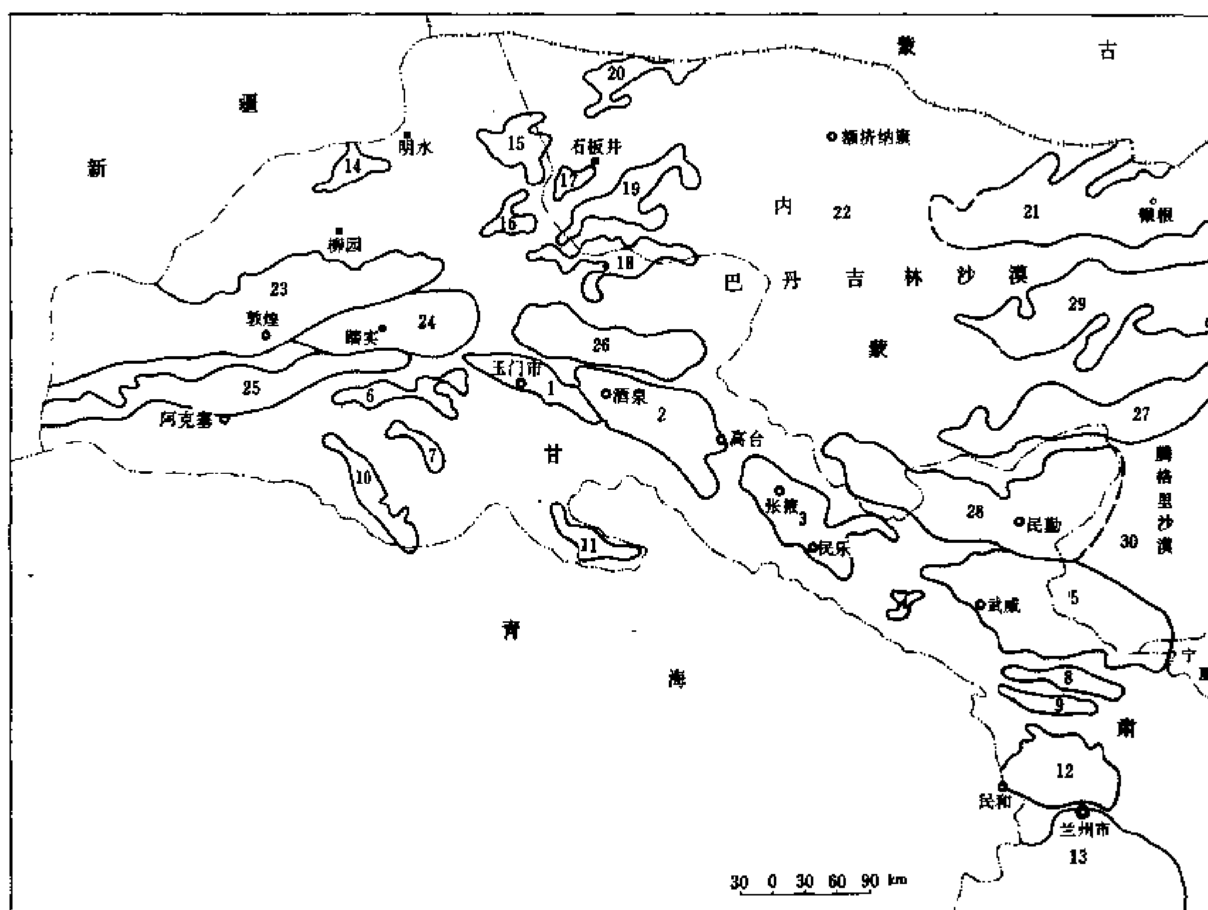


图 4-1　甘肃西部沉积盆地分布图

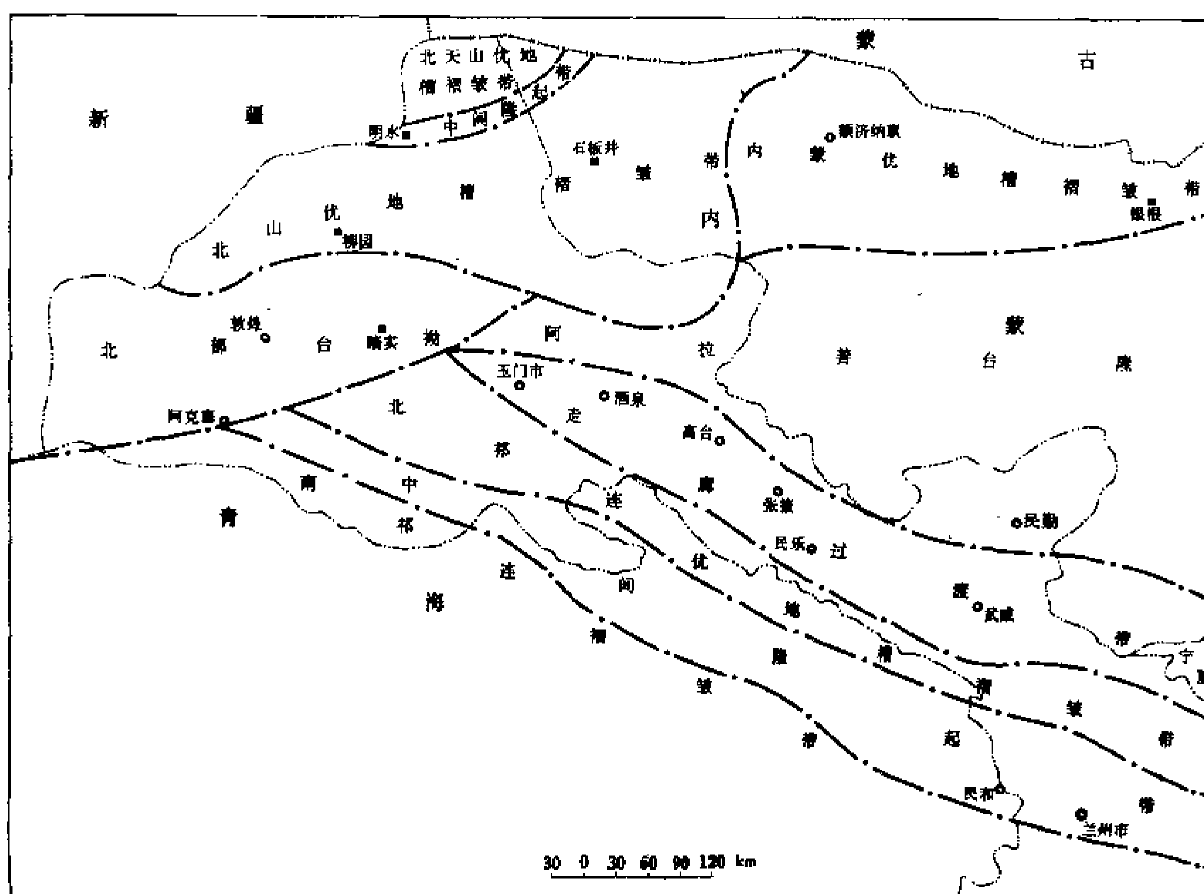


图 4-2　甘肃西部构造分区图

（根据 1981 年黄汲清的中国大地构造图，并参照甘肃大地构造图编绘）

第一节 概 述

甘西地区的地质调查研究工作，早在 19 世纪 70 年代即已开始。但 20 世纪 30 年代以前所进行的地质工作是少量的、片断的，多偏重于地层、岩石方面，对大地构造方面的研究极少。下面按照时间顺序，对近 60 年来的甘西地区大地构造研究工作及其中主要观点作一简介。

1939 年，李四光在其所著《中国地质学》第七章"扭动型式，弧形构造"一节中，论述了祁连山在大地构造上的位置，指出祁连山是祁吕贺兰山字型（弧型）构造前弧的西翼，吕梁山为其东翼。脊柱为六盘山、贺兰山。反射弧为阿尔金山，东翼为燕山的大部分，弧顶在中秦岭北缘。

1942 年，黄汲清在"西北之矿产资源及其开发问题"一文中认为，甘西构造史可分为古生代后期、中生代后期、第三纪末及第四纪晚期三个阶段。

1942 年，孙健初第二次将祁连山地层重新划分，并指出在前古生代时，本区为一东西向延伸的大向斜。又对海西、燕山、喜马拉雅等主要造山运动史作了概述。

1943 年，李树勋提出陇山运动（燕山运动）在甘西区甚为普遍。该运动且可分为 A、B 两幕：A 幕在早白垩世与中白垩世之间；B 幕在中白垩世与晚白垩世之间。作者还提到甘肃系中（第三系）褶皱和断裂很发育。

1944 年，关世聪、叶连俊指出：中部甘肃盆地与南部的秦岭地槽相接，在秦岭地槽内沉积了志留纪的海相地层。它的海侵范围到达了中部甘肃盆地的南缘。当时中部甘肃盆地是一个隆起古陆—皋兰地块，从二叠纪开始，整个地块上升，结束了海相石灰岩的沉积。

1945 年，黄汲清在《中国主要地质构造单位》一书中，扼要地论述了甘西地区的范围和构造特征，作者谈到：位于河西走廊以北的一些小山都是块断山，它们被称为北山。走廊以南高插入云的积雪山脉才是南山（祁连山）的本部，它们与北山一样，显示特殊的羽状山块。还指出：祁连山是经历古生代大部分时期的地槽，在不列颠期遭受第一次褶皱，中石炭世遭到第二次褶皱。构造线向东横渡黄河，而止于六盘山。

1946 年，翁文波、李德生研究了祁连山西段第四纪冰川作用后指出：在玉门砾石堆积之前有一冰期；冰期末，堆积了玉门砾石 A 层，玉门砾石 B 层堆积之前为第二冰期。第三冰期之后形成河床卵石堆积和冲积阶地。第四冰期产生了现代河床。

1948 年，李树勋详细讨论了祁连山的地层和造山运动问题，认为在各期造山运动中，海西早期最为明显，而加里东期则仅有局部表现。海西晚期和燕山运动可能存在，但没有显著表现。喜马拉雅运动最后造成本区的地质构造，形成南山型造山运动。南山系是加里东和早期海西运动之产物。

1949 年，梁文郁论述了祁连山的近代运动，他根据地形、水文、岩相和气候变迁等观察，认为祁连山西部自第四纪至今，仍在上升。由构造现象推知其受极大横压力，力源约自南而北。

1951 年，陈梦熊在论述祁连山地质构造时指出：南山系往往在每条山脉的两麓，以高角度断层逆掩到较新地层之上，造成沿走向延长很远的大断层，所以两条山脉之间的河谷实际上成为一个倒置楔形地堑。除此之外又论述了祁连山东段山系。

1955 年，李四光在研究中国西北部的旋卷构造时提出，酒泉文殊山和皋兰北宋家梁山有旋卷构造；陇西系巨型旋卷构造包括了六盘山和贺兰山南段以西的广大地区和祁连山东部外围地区。并且指出该巨型旋卷构造对陇西地区起了极为重要的控制作用。此外还论述了新发现的河西走廊构造体系以及中国西部活动性的构造体系与地震分布的关系。最后从弹性、塑性物质实验结果推论中国西北各个构造体系的运动方式。

1955 年，黄汲清在“鄂尔多斯地台西沿的大地构造轮廓和寻找石油的方向”一文中，进一步肯定了他过去所认为的祁连山地槽主要褶皱运动是不列颠运动（海西运动早期）。作者还将古浪以东的祁连山地槽（实际上只是北祁连山的一部分，而未涉及中、南祁连山）进行了大地构造单元的划分，即山前凹地褶皱带、地槽边缘褶皱带及南山地槽褶皱带。它的北面与阿拉善地块相接，其南为“陇西地块”。作者把牛首山、罗山一带的下古生代地层划入贺兰山褶皱带内。指出这里的下古生界不是华北型的沉积，而是祁连地槽的过渡相。

1956 年，黄汲清在“中国新构造运动的几个类型”一文中指出：在河西玉门红柳峡见侏罗系逆掩于第四系砾石层之上，说明直至最新地质时期，本区还曾经受强大的水平挤压力的作用。同时还指出：老君庙油田周围新构造运动迹象异常发育，这在当地的石油地质工作者来看，早已成家常便饭，没有什么稀奇。酒泉盆地以南高耸入云的祁连山为变质很浅的褶皱剧烈的古生代岩系所组成，它应是复活了的地槽褶皱山脉。

1956 年，何志超论述了天山地槽和祁连地槽的界线问题。他同意苏联学者西尼村编制大地构造草图的划分法：天山地槽和祁连地槽被前震旦纪地盾（称之为：“安西地腰”）所分割。

1958 年，尹赞勋、陈庆宣、涂光炽等介绍了 1957 年中国科学院地质研究所祁连山队的工作成果。指出：祁连山加里东地槽下奥陶统发育。并对 1956 年所划分的祁连山构造一岩相带进行了补充和修正。此外还分析了祁连山加里东地槽的发育史。

1958 年，郭勇岭、甘克文等所著《鄂尔多斯地台大地构造分区图说明》一文中指出：鄂尔多斯地台与祁连山地槽的边界在青龙山与老爷山之间；牛首山、罗山仍属祁连山地槽范围内。祁连山地槽北界是在贺兰山的苏峪口和三关之间。

1959 年，中国科学院在《中国大地构造纲要》一书中对祁连山地质构造作了阐述，将祁连山褶皱带划分为五个巨型构造单位：1）祁连山背斜带（古老地背斜）；2）北祁连槽背斜（早古生代地向斜）；3）酒泉边缘拗陷（晚古生代至中、新生代）；4）南祁连槽背斜；5）青海南山褶皱带（三叠纪地槽）。作者还详细地叙述了构造发展史，火成岩活动和矿产分布等情况。

1960 年，黄汲清在“中国地质构造基本特征的初步总结”一文中，将祁连山分为走廊过渡带（指出它是山前拗陷型）、北祁连褶皱带、中间隆起带（“秦岭地轴”）、南祁连褶皱带及祁连南缘过渡带等。作者仍然认为祁连山地槽“主要的褶皱运动是早期华力西（晚泥盆世一早石炭世）运动”，“而不是加里东运动”。

1962 年，中国科学院地质研究所等单位所著的《祁连山地质志》中指出：祁连山地槽区不是单一的地槽（地向斜）发展而来的。它的内部结构是极其复杂的；它包括地槽发育阶段的地背斜及晚期的山前拗陷等，称之为“地槽系”。并将祁连山“地槽系”划分为北祁连山加里东槽斜带，中祁连山背斜带、南祁连山加里东槽向斜等 3 个二级构造单元。此外还根据三年来在祁连山的工作结果，认为祁连山地槽系的构造旋回与世界各地大致相似，可划分为：前寒武纪，加里东、海西与阿尔卑斯等四个旋回，各旋回有时又由一至二个亚旋回组成。在各旋回或亚旋回中，形成了与其相对应的构造层和构造亚层。

1964年，黄汲清把祁连山划分为：北祁连优地槽，祁连中央隆起带和南祁连冒地槽等3个次级大地构造单元。北祁连以北经走廊过渡带与阿拉善地块相接；南祁连以南与欧龙布鲁克隆起带相邻。

1974年，黄汲清又谈到祁连山北祁连优地槽、祁连中央隆起带、南祁连冒地槽各构造单元之间均以深大断裂相隔，自北而南有：走廊北缘深断裂，即龙首山深断裂；北祁连北缘深断裂；中祁连北缘深断裂；南祁连北缘深断裂等。

1976年，王荃、刘雪亚在"我国西部祁连山区的古海洋地壳及其大地构造意义"一文中提出：根据地层的岩石组合及其所含化石，证实祁连山存在有早震旦、中寒武、早奥陶世等三个时代的海洋型地壳。根据板块构造观点阐述了加里东运动四个幕对祁连山地质构造演化的影响和其形成的特点，指出：地质发展根本不存在空间上的对称性和时间上周而复始的轮回性；同时还表明地史时期中的板块消亡绝不是一次性完成的，而是多期的；在现代祁连山范围内，至少集中了四个不同期的俯冲带，所以在空间上古板块的细部结构是复杂的。

1977年，黄汲清在《中国大地构造基本轮廓》一书中，除了对中国大地构造单元进一步明确划分之外，并以祁连、天山地槽为例对地槽发展的多旋回性作了精辟的论述。作者指出：地球构造圈的各部分，例如地槽和地台是多旋回、螺旋式、对立统一地向前发展着。地台是比较稳定的单元，一般缺乏造山运动，其多旋回主要表现为隆起和坳陷的发生和发展；地槽是比较活动的单元，具有多旋回造山运动，多旋回发展表现十分突出，特别是在优地槽中。祁连地槽就是例证：造山运动(褶皱)都是多旋回发展的，祁连共发生了四次造山运动，而以最后一次(晚加里东旋回)最重要。与褶皱运动大致同时，发生了四次花岗岩类岩浆活动。而重要的花岗岩浆活动都和重要的褶皱运动相对应。

1978年，李春昱等认为：华北、塔里木地块和秦岭、祁连山、昆仑古海，分属于两个分隔的板块。秦岭、祁连、昆仑褶皱系，在未接受沉积之前，可以称之为秦祁昆古海。该古海南和特提斯古海相连。它是介于北边的华北、塔里木地块和西南的柴达木活动性较大的地块之间的一个广阔海域。古海中存在着若干岛屿状小陆块。祁连山的构造发展历程可分四个阶段：1)早期古生代发展阶段：在元古代末期以至古生代前期，秦祁昆古海处于扩张阶段。古海板块从寒武纪后期已开始向北推移。在北祁连优地槽的两侧发生俯冲。南侧沿中祁连山隆起的北麓向南俯冲。北侧沿河西走廊的北缘，古海板块向北俯冲于华北古陆板块之下。河西走廊南山地层的强烈褶皱和断裂，应是古海板块向北推移，与华北板块阻力所挤压的结果。走廊北山一些零星早古生代侵入岩体，也是这个俯冲带的产物。祁连山褶皱带西端走向向西南折转，呈一弧形，和阿尔金山的走向线渐趋一致。作者等认为阿尔金山相当于塔里木板块的东南边缘，当秦祁昆古海板块向北东方向移动时，其移动方向与古陆板块边缘走向大致平行，所以俯冲现象不显著。而祁连山西端褶皱带的弧形弯曲，正表现出平移俯动的拖曳现象。阿尔金山大断裂向东北延伸，没有穿过华北、塔里木地块。它不是象有些人说的是斜切祁连山褶皱带的平移断层。2)晚期古生代构造发展阶段：泥盆纪以后，这个古海板块仍不断向北推移，并发生了新的向北的俯冲带。3)早期中生代构造发展阶段：在三叠纪末期，古海板块继续向北推移，并向扩大了的华北、塔里木板块下进行俯冲。经过这一次俯冲，秦祁昆古海地槽沉积即基本褶皱成山。4)晚期中生代及新生代构造发展阶段：现在祁连山的构造形态都是上述各期构造发展历程演化的结果(图4－3)。

1978年，肖序常等研究了该区地质情况，编制了蛇绿岩带分布图，并进行了构造分区(见图4－4)。

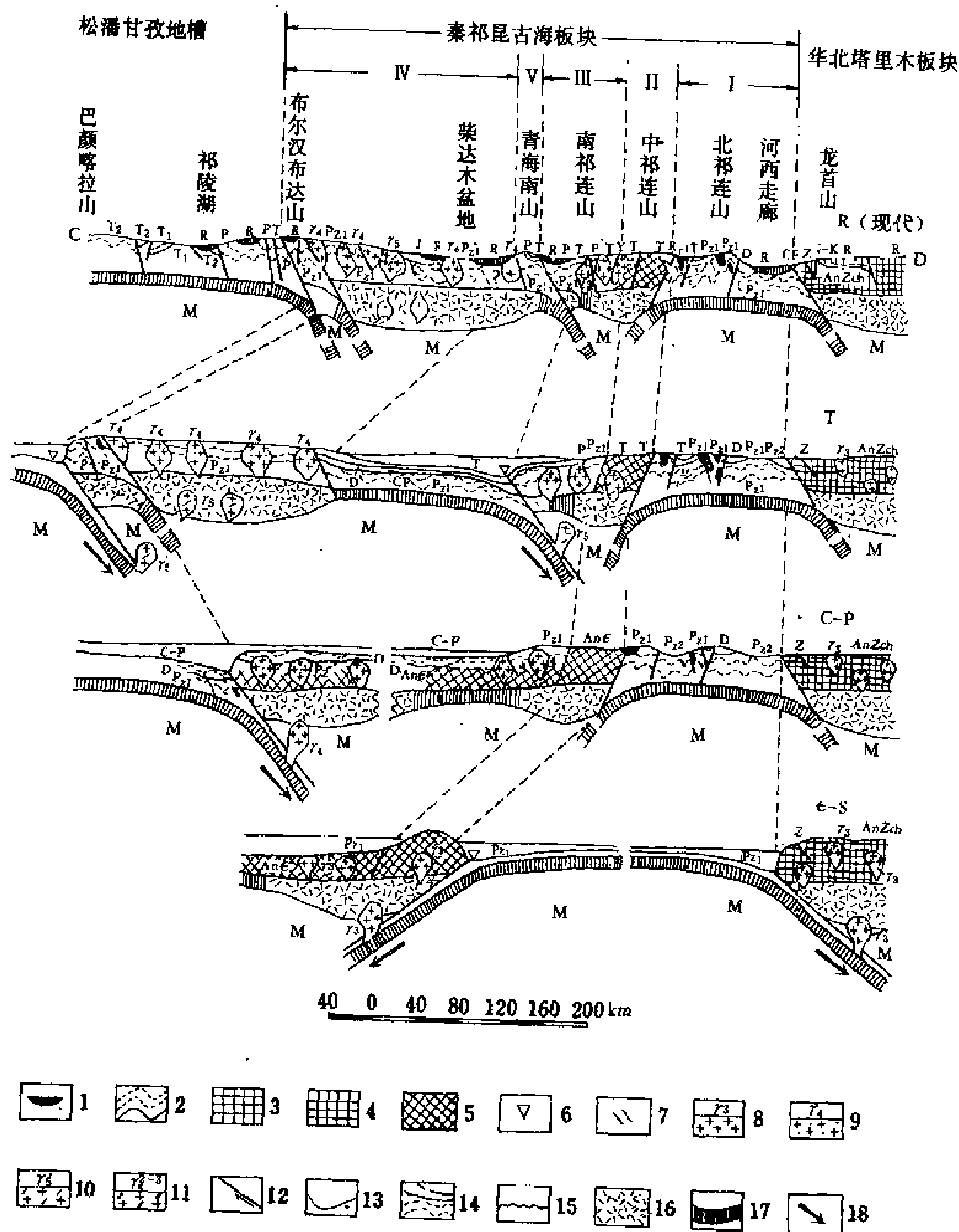


图4-3 祁连山构造发展模式图(据李春昱，1978)

1—新生代陆相盆地；2—褶皱岩层；3—前长城纪基底；4—前震旦纪基底；5—前寒武纪基底；6—混杂堆积；7—蛇绿岩；8—早古生代中酸性侵入岩；9—晚古生代中酸性侵入岩；10—早中生代中酸性侵入岩；11—晚中生代中酸性侵入岩；12—断层；13—地层界线；14—区域性强烈不整合；15—内陆湖盆沉积层间不整合；16—大陆壳；17—洋壳；18—板块俯冲方向；M—地幔

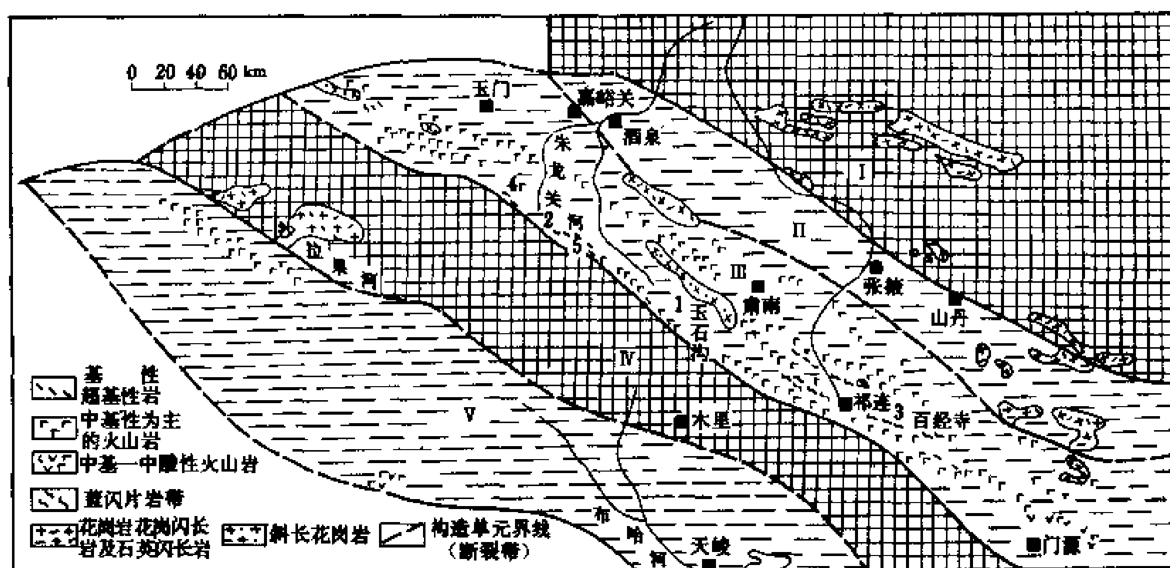


图 4－4 祁连山古蛇绿岩带分布示意图（据肖序常等，1978）

Ⅰ—阿拉善地块；Ⅱ—河西走廊（滨海型地槽）；

Ⅲ—北祁连深海沟型地槽；Ⅳ—中祁连古岛弧隆起带；

Ⅴ—南祁连（洋盆地槽）。1、2、3、4 为早古生代蛇绿岩

剖面位置；5 为震旦纪蛇绿岩剖面位置

1978 年，陈国达等在“中国大地构造的一些特点”一文中，根据地洼说及其引伸的地壳动定转化递进说的观点，对中国大地构造进行了分区，并对中国大地构造的一些特点进行了初步分析，文中指出：甘西处于中亚期地洼区的青甘地洼区内，该地洼区原为一后加里东期地台区，于侏罗纪进入地洼阶段。构造线属北西构造系。沿深大断裂发育着超基性岩。此外，有地洼型油田分布 。翌年，陈国达等又在“中国大地构造概要”一文中谈到：震旦亚代初，中祁连发生早期的拗陷，在震旦亚代末隆起，于南北两侧产生了新的拗陷，即南北祁连地槽。随后到志留纪，南北地槽水下地背斜隆起重新出现、沉积中心又向外迁移。直到志留纪末地槽才全面封闭、出现山前和山间拗陷。石炭纪至三叠纪为地台阶段。组成地台构造层的是下石炭统臭牛沟组到三叠系的西大沟群。侏罗纪开始，进入地壳活动性再度增强的地洼阶段。代表构造层由下侏罗统龙凤山群至第四系组成。当时在原有的平坦的地台型地面之上，开始出现反差强度较大的地貌起伏，隆起山脉与下陷盆地相间出现，多数呈有系统地沿着北西的构造线分布，盆地中开始沉积了一套相当于地洼初动期的建造。白垩纪时，地洼发展进入到剧烈期。原有的湖盆有一些在扩大，另一些则在缩小，新生的断陷湖盆又不断出现。作者等指出：“根据地洼沉积物分布特点，可分为走廊地洼系、祁连地穹系、柴达木地洼系等三个二级构造单位”。

1978 年，魏春海等在“中国祁连山地质构造的基本特征”一文中，运用地质力学的观点

和方法，从地壳变形入手，结合改造和建造的辨证关系，分析祁连山区内各种构造形迹的组合规律，从而划分了构造体系。并认为：祁连山区包括古河西系，祁吕系、康藏系、河西系及东西向构造，南北向构造等不同的构造体系，古河西系在本区西部受祁吕系、康藏系复合；东部与河西系、陇西系等复合，构造形态被歪曲。昌马西北及兰州以东 因受祁吕系复合改造，中新生代地层掩盖，构造形迹已不清晰。祁吕贺兰山字型西翼褶皱带复合于古河西系之上，它可能开始于泥盆纪，在二叠、石炭纪时期已具雏型，成熟于白垩纪。由一系列单独的弧形褶皱带组成。在各带间尚存在玉门—酒泉—张掖，昌马—黑河—门源等槽地。另据它对现代地震带的控制情况看来，证明它至今仍有活动。广布在六盘山以西，武威以东的呈南东—北西西向分布的陇西系各旋回褶皱带,向北西延伸插入古河西系。以斜接或反接关系强烈改造了古河西系成分，迫使古河西系的褶轴、冲断面和与褶轴直交的张扭性断裂均偏转了一定度数"。大约出现于白垩纪 N15°～30°W 向的河西系构造形迹，集中分布在武威—临洮、山丹—化隆、高台—贵德、酒泉—天峻等四个带。河西系以反接复合关系横穿古河西系、祁吕系及其它，使它们受到明显的改造。总之，甘西每个构造体系都各具特征，而构造体系之间互相复合，共同显现着该区地质构造的总体特征。

1978 年，肖序常等在"祁连山古蛇绿岩带的大地构造意义"一文中认为：北祁连是组成震旦纪晚期到奥陶纪初这一海洋板块临近大陆（中朝准地台）的一个狭长边缘海盆；中祁连很可能是中朝准地台的残体和初始洋壳组成;南祁连是距大陆较远的海洋板块。简要的说，北祁连自震旦纪晚期到奥陶纪初、中期处于以引张为主的海盆扩张阶段，晚期出现了俯冲断裂带，志留—泥盆纪则是这一海盆主要闭合阶段.作者认为，这一海盆的消亡是由于北东倾斜为主的俯冲断裂带不断发展，产生水平压应力为主的构造运动，促使这一海盆发生挤压，褶皱并上升成山。因此，从发展特征来看，这一边缘海盆发展末期具有"深海沟断裂俯冲带"的特点。在强烈的挤压、褶断作用中，必然导致洋壳各部位包括有基性、超基性岩的蛇绿岩得以向上位移，以及不同时期的蛇绿岩重叠出现。文中作者等将走廊过渡带与北祁连优地槽褶皱带之间的界线确定在现今走廊的中部，大体上位于酒泉—民乐以北；高台—张掖以南。作者等还指出：所谓北祁连优地槽，实际上是大陆边缘海盆进一步发展的"古深海沟俯冲带"。

1979 年，霍永录、来建国等在"甘肃西部石油地质特征及找油方向"研究报告中谈到，祁连山地槽褶皱系可分为四个大的发展阶段：即 1)地槽发展阶段，2)稳定沉降阶段，3)断陷发育阶段，4)强烈上升和褶皱阶段。北山阿拉善地台大体也经历匹个发展阶段：1)下古生代地槽发展阶段，2)石炭纪地槽发育阶段，3)断陷发育阶段，4)稳定沉降阶段。

1980 年，李春昱在其"对亚洲地质构造发展的新认识"一文中指出：祁连山是加里东地槽褶皱带，看起来很奇怪，它好象是古生代的内陆小海盆，向两头延伸都通不到大海，西端受阿尔金山的截切，东头只到大别山北麓。但是如果把它和昆仑山、秦岭以及巴颜喀拉山联系在一起看，我们称之为秦祁昆地槽还是比较容易理解的。这里是塔里木—中朝地块南缘的一个地槽区。在古生代早期和中期，祁连山一带地层褶皱成山，合并于塔里木—中朝地块，而它的南部仍保留地槽状态。直到三叠纪晚期，该地槽遭褶皱再度向南迁移。从这个地槽演变的历史可以看出，地槽的发展是这样的进程：在大陆边缘的地槽，地层沉积，由于地壳移动，发生褶皱，这一部分合并于大陆，而新的地槽则向海洋的一边迁移。在新的陆地边缘地区地层再沉积、再褶皱、地槽再迁移。这样的发展进程不能说是地槽回返或地槽封闭。只有在对面遇到另一个地块及其边缘的地槽时，两个板块相遇，也就是一般所说的板块碰

撞，则其间地槽才结束了它的历史"。

第 二 节　构造旋回及构造层的划分

本区可划分为：扬子、兴凯、加里东、华力西与阿尔卑斯等五个旋回，各旋回又由一至两个以上的亚旋回组成。各旋回或亚旋回中，形成了与其相对应的构造层或亚构造层。甘肃西部地区虽处在"两台三槽"上（即两个地台、三个地槽褶皱系上），构造活动十分复杂，但我们仍可找出它们之间的相似之处和不同的地方。现分述如下：

一、扬子旋回（自晚元古代初—元古代末）—第一构造层

扬子旋回是元古代末的一个构造旋回。有两次重要的造山运动，即晋宁运动和澄江运动。该旋回已被证明是我国大地构造发展史上一次有划时代意义的构造旋回（黄汲清等，1977）。经扬子旋回最后使元古代地层褶皱，形成了塔里木地台和阿拉善台隆、天山中间隆起带、祁连中间隆起带等的基底。其实天山褶皱系和祁连褶皱系即是在扬子旋回形成的古中国地台的基础上产生和发展起来的。不同的是：在祁连地槽中，北祁连中寒武统的蛇绿岩建造（属优地槽型建造），在一些地方往往不整合于古中国地台的元古代的褶皱基底之上，中间没有任何过渡类型的冒地槽型建造，显然这一地槽是经突变式转化而成的。而天山褶皱系则在古中国地台这一基底之上，北天山经过沉积了震旦系和下古生界的一套具有典型的过渡型沉积（即冒地槽型沉积）之后进入优地槽型沉积。显然是经渐变式转化而成的。

塔里木地台是扬子旋回期形成的地台，其基底最后固结时期为扬子旋回末，因此，高振家（1978）曾把扬子旋回末的运动称之为"塔里木运动"，说明此运动对形成塔里木地台具有普遍意义。

二、兴凯旋回（震旦纪—早寒武世末）—第二构造层

兴凯旋回是黄汲清等（1976）编制 1：1000 万中国大地构造图时新创建的一个构造旋回。时限为从冰碛层开始的震旦纪至中寒武世初，主褶皱幕发生在早、中寒武世之间。因此，我们将兴凯旋回作为古生代的第一次构造旋回。

前已述及，天山地槽褶皱系和祁连地槽褶皱系是在扬子旋回形成的古中国地台的基础上产生的。古中国地台经兴凯运动而彻底解体，由地台转化成地槽。古地台解体后的残留断块，断隆断续出露，构成天山中间隆起带和祁连中间隆起带，以此分别将天山地槽褶皱系分割成南天山冒地槽褶皱带、北天山优地槽褶皱带和北山优地槽褶皱带；将祁连山褶皱系分割成北祁连优地槽褶皱带和南祁连优地槽褶皱带。天山由硅质含磷页岩和石灰岩、砂岩组成的寒武系和下、中奥陶统，是地台向地槽转化的过渡层，具有台—槽过渡性的建造特征。

在祁连山区，兴凯运动影响强大，使其结束了震旦纪的拗陷，形成祁连山地区最早的一次全面海退（形成古陆），同时产生和复活了深断裂形式的块状断陷，造成中祁连的断隆和南北祁连断陷。因此，这次运动奠定和决定了祁连山地区在震旦纪及其以后的发展史，尤其是该时期形成的深断裂在以后的地史发展中一直起着重要的控制作用。故此，李康等又把这次运动叫作"陶来运动"。显然说明此次运动对祁连地槽具有重大意义。中祁连缺失寒武—奥陶系的沉积，但北祁连中、上寒武统特别发育，南祁连次之。因此，从整体上看，震旦系与寒武—奥陶系不仅在空间上分开了，而且在时间上亦被很大的沉积间断所分隔。

塔里木地台的北部台拗及中朝准地台的阿拉善台隆受此期运动的影响不大，仍表现为地台型的正常沉积建造。

三、加里东旋回（自中、晚寒武世至志留纪末）— 第三构造层

第一亚旋回（早加里东运动）：发生在中奥陶世与晚奥陶世之间。在甘肃西部地区影响广泛。中奥陶世末，北祁连地槽遭受了强烈的构造运动，使上奥陶统不整合于中、晚寒武世和早、中奥陶世两期蛇绿岩套之上。走廊过渡带上奥陶统的笔石页岩和介壳灰岩亦不整合于中奥陶统之上，即说明了此次运动在祁连山的强烈表现。

北天山和北山优地槽褶皱带以及明水中间隆起带早加里东运动影响较强，中基性火山岩发育、地壳动荡强烈，形成典型的北天山型的优地槽。明水中间隆起带缺失早古生代地层，正是这次运动的结果。

早加里东运动是否影响北部台拗和阿拉善台隆目前尚是疑问。但根据大部分地区缺失晚奥陶世沉积这一点可以肯定，此次构造运动应表现为大规模隆起。

第二亚旋回（晚加里东运动）：发生在晚志留纪末。是祁连山加里东地槽回返褶皱最强烈的时期。运动的结果，一方面使南、北祁连完全褶皱回返，转化成褶皱带，变成年青的地台；另一方面也造成志留纪及其以前的地层普遍变质并使其与以后的地层普遍为不整合接触，（下—中泥盆统雪山群与志留系旱峡群之间呈角度不整合接触）。

四、华力西旋回（早泥盆世至二叠纪）— 第四构造层

华力西旋回系指早泥盆世至二叠纪的构造旋回。

黄汲清等根据中国和世界该期构造旋回的特点，以北天山优地槽褶皱带为例，将华力西划分为早、中、晚、末四期，并分别以泥盆纪末、早石炭世末、晚石炭世末和二叠纪末的构造运动为其上限。

早华力西亚旋回

主幕一般发生在晚泥盆世之中。自志留纪末到泥盆纪末是祁连山区磨拉石相堆积时期，早华力西运动造成中、下泥盆统（雪山群）砾岩与上覆石炭系之间的不整合或假整合接触，中祁连则经历了整整一个泥盆纪的强烈的差异上升和夷平。

在北天山优地槽褶皱带，此次运动主要表现为构造的横向迁移和中基性岩浆的喷发活动。北山则以后者为其主要表现特征，构造迁移很不明显。除此之外，另伴随有褶皱和断裂活动。

北部台拗受本次运动的剧烈褶皱与挤压，使寒武—泥盆系几乎全部变质，并伴随有岩浆活动。

这期旋回对内蒙优地槽褶皱带影响很大，使下古生界和泥盆系产生强烈褶皱、断裂和变质，同时形成泥盆系与石炭系的不整合。

中华力西亚旋回

主幕发生在早石炭世末。祁连山区大部地区经泥盆纪长期剥蚀夷平以后，从石炭纪开始，地壳再次大面积沉降，接受了下石炭统臭牛沟组的砂砾岩等粗碎屑岩的沉积，早石炭世末期，受中华力西旋回的影响，地壳上升，局部地段并褶皱，造成与中石炭统羊虎沟组的不整合。

北天山、北山、明水等地，该时期以大量的酸性花岗岩的侵入为其特征，随之还伴有断裂活动。

阿拉善台隆中华力西期活化，拗陷区接受了中、上石炭统的浅海相沉积。

北部台拗在本运动时期发生广泛海侵，海水由西南方进入本区。岩浆活动和断裂、褶皱运动微弱，但大断裂的再次复活却严格地控制着局部地区的沉积建造。

晚华力西亚旋回

主幕发生于晚石炭世末，主幕之前甘西局部地区（北天山、北山等地）尚见有中、晚石炭世之间的构造运动。在北天山，以早二叠世杂色碎屑岩不整合于晚石炭世之上为代表的这一运动，使北天山大部分地区由地槽转化成褶皱带。受此次运动的影响，北山很多地区也转化为褶皱带。但北山石炭纪时，以碎屑岩及碳酸盐岩沉积为主，并有火成岩，其厚度远不如北天山，最厚达2600米。北祁连、南祁连以及走廊过渡带本次运动表现为抬升性质，早二叠世与晚石炭世为假整合接触，中、晚石炭世本区几乎全部为整合接触，局部地区显示有沉积间断。阿拉善台隆和北部台拗此时海侵由中华力西期的最大范围逐步有所缩小。

末华力西亚旋回

主幕发生于早、晚二叠世之间，经此运动，甘肃西部构造域全部结束地槽型沉积，形成褶皱带，变成地台。主幕之前的一次运动发生在早二叠世早、晚期之间；主幕之后的一次运动发生于二叠纪末，但仅限于局部地区。在北山，方山口组不整合于金塔组之上。于早二叠世末褶皱而结束地槽型沉积。这则是主幕结束的代表。北天山只是在早二叠世时，地槽型沉积分布范围缩小，厚度减薄，火山活动相对减弱，于二叠纪末，完全彻底褶皱而结束地槽型沉积。内蒙优地槽褶皱带为末华力西褶皱带，即早二叠世末褶皱回返结束地槽沉积，其上的晚二叠世沉积则属盖层性质。它是中亚—蒙古大洋最终闭合的地段，具有重要的构造意义。祁连山区受此次旋回的影响，进一步断裂抬升。在北祁连山中段和东段，整个华力西旋回期间只有微弱的上升，海水最后一次退出本区，在上石炭统太原组之上，整合地沉积了陆相的二叠系和三叠系。北部台拗与阿拉善台隆近乎一样，华力西运动使地台面貌大为改观，一片海水变为一片陆地。

五、阿尔卑斯旋回—第五构造层

1945年黄汲清将阿尔卑斯旋回划分为三个亚旋回：即印支亚旋回、燕山亚旋回和喜马拉雅亚旋回。我们基本依照这一划分。

阿尔卑斯旋回期各构造亚旋回强弱的差异主要表现在盆地与周围山系对立发展上升下降的程度上。地壳不断产生上升或下降，并且不断地通过剥蚀、补偿（沉积）来求得平衡。

印支亚旋回和燕山亚旋回对甘西区中生代的大地构造发展以及中、新生代含油气盆地的形成有着十分重要的意义。

（一）印支亚旋回

本亚旋回期是形成甘西地区诸构造盆地的开始阶段。这一时期块断的发展全区尚不一致，一些盆地（如潮水、民和等）尚无雏形。

本亚旋回在走廊过渡带有如下几个显著特点：1. 地层沉积多在盆地边缘呈条带状展布，似乎是一种小型断陷或局部拗陷沉积。如酒泉盆地的西部，仅在祁连山北缘老君庙油田有1000米厚的三叠纪地层；2. 在沉积建造上多数为河流相—湖相，旋回性明显；3. 该旋回的降起侵蚀主要在上三叠统顶部，盆地边缘可见角度不整合，盆地内部仅为侵蚀间断。

（二）燕山亚旋回

燕山亚旋回对甘西区中生代的大地构造发展以及中、新生代含油气盆地的形成有十分重要的意义。亦是甘西地区诸盆地的广泛发育时期。根据该旋回的特征，结合中、新生代地层学研究的新进展，初步将燕山亚旋回划分为甲、乙二幕：

燕山甲幕构造旋回为侏罗纪构造旋回；燕山乙幕构造旋回为白垩纪构造旋回。

现今甘西地区所有的盆地从早侏罗世开始，由于块断对立发展和挤压扭动的矛盾强化，致使各盆地普遍下沉、接受沉积。侏罗纪构造旋回以含煤建造、生油建造为特点；白垩纪构

造旋回以红色建造、生油建造为特点。两者间沉积间断明显。

(三) 喜马拉雅旋回

这次构造旋回是甘西区各盆地形成的极盛时期，褶皱上升、断裂拗陷更趋强烈。盆地普遍堆积了巨厚的红色磨拉石建造。总的看来，具有以下特点：1. 由于欧亚板块与印度板块的碰撞，印度板块向北推移，致使盆地周围老山急剧上升。上新世—更新世这种反差更加突出。据黄汲清最新研究(1980)，天山、祁连山等地的上升表现为三个爆发期，相应地形成三次磨拉石建造，并出现三个不整合面(N_2与Q_1、Q_1与Q_2、Q_3与Q_4之间)。这一点可从本区的新构造运动中进一步得到证实(详见第六节二)。2. 强烈的抬升褶皱与扭压结果，使各大断裂系统的断距增大，褶皱构造进一步形成(如老君庙背斜带)。3. 渐新世—上新世发育韵律性明显的砂泥岩沉积，渐新世—中新世沉积的砂层是各盆地主要的储油岩。

第 三 节 大地构造单元的划分及其特征

根据大地构造特征和区域重磁力场的分布，结合甘西诸盆地形成的地质背景和我国大地构造研究成果，将甘西划分为如下四个大地构造单元：即昆仑—祁连—秦岭地槽褶皱区、天山—内蒙—大兴安岭地槽褶皱区、塔里木地台和中朝准地台(参见图4－2、表4－2)，其下又分若干亚一级构造单元。

一、祁连褶皱系

祁连褶皱系又可进一步划分为：走廊过渡带(冒地槽褶皱带)、北祁连优地槽褶皱带、祁连中间隆起带、南祁连褶皱带等四个二级构造单元。上述各单元之间均以深大断裂相隔，自北而南有：走廊北缘深断裂(即龙首山深断裂)、北祁连北缘深断裂、中祁连北缘深断裂、南祁连北缘深断裂。

走廊北缘深断裂分布于龙首山南侧。是走廊过渡带和阿拉善地台的分界，自武威向北西经永昌、张掖、高台和酒泉以北，至嘉玉关榆树沟山北侧。

北祁连北缘深断裂分布于走廊南山北麓一带，构成北祁连优地槽褶皱带和走廊过渡带的天然分界，南面的高山和北面的盆地形成鲜明的对照。该断裂总体走向为北西西，为断层面向南倾斜的逆冲断层带。断裂向东南经武威、天祝、景泰而延至包兰铁路以东，向西北经祁连肃南至玉门以西。

中祁连北缘深断裂西起肃北以东的野马南山北侧，经疏勒南山、托莱南山和大通山北缘至白银、靖远一带，总体走向呈北西西向展布，构成北祁连优地槽褶皱带和祁连中间隆起的分界线。

南祁连北缘深断裂西起当金山口北侧，沿党河、疏勒南山南缘和青海湖北侧，经拉脊山至兰州以南兴隆山北缘一带，呈北西西向延伸，是祁连中间隆起带与南祁连褶皱带的分界线。

南祁连南缘西端以党河南山深断裂与昆仑褶皱系毗邻，东端以青海南山深断裂和宝鸡—天水深断裂与秦岭褶皱系接壤。

上述深断裂皆位于不同构造单元之间，不仅是二者之间的天然分界线，也是“古板块”俯冲带和碰撞带的遗迹(王荃、刘雪亚，1981)，它不仅控制了晚古生代和中、新生代的拗陷，而且对其间各构造单元的地质发展显示了重要的控制作用。深断裂之间的广大地区，存在一系列不同构造期的非对称紧密褶皱和走向冲断层，褶皱轴面和冲断面大多倾向南南西，与

表 4－2 甘肃西部大地构造单元划分表

构造等级				
一级	亚一级	二级	三级	四级负向构造
昆仑—祁连—秦岭地槽褶皱区	I_{1} 祁连褶皱系	II_{1} 走廊过渡带	III_{1} 酒泉—民乐山前拗陷	酒西盆地 酒东盆地 民乐盆地 皇城盆地 武威盆地 沙河盆地
			III_{2} 永昌隆起	
			III_{3} 走廊东段拗陷	
			III_{4} 长岭山—香山复背斜	
			III_{5} 景泰—兴仁山间拗陷	
		II_{2} 北祁连优地槽褶皱带	III_{6} 妖魔山—毛毛山山间断陷	石包城 昌马盆地 野马河盆地 寺儿滩盆地 平城堡盆地
			III_{7} 平城—靖远山间迭拗	
			III_{8} 北祁连西部中间断隆	
			III_{9} 陶来山—马雅山山间断陷	
		II_{3} 祁连中间隆起带	III_{10} 陶来南山—大通山复背斜	盐池湾盆地 民和、硫勒盆地
			III_{11} 兰州—西宁山间拗陷	
		II_{4} 南祁连褶皱带	III_{12} 乌兰、大坂隆起	陇西盆地 （双临盆地）
			III_{13} 哈拉湖复向斜	
			III_{14} 临夏、陇西山间拗陷	
天山—内蒙—大兴安岭地槽褶皱区	I_{2} 天山褶皱系	II_{5} 北天山优地槽褶皱带	III_{15} 红石山复向斜	
		II_{6} 天山中间隆起带		骆驼泉盆地
		II_{7} 北山优地槽褶皱带	III_{16} 黑鹰山复背斜	南泡子盆地 公婆泉盆地 石板井盆地 黑鹰山盆地 扎格高脑盆地 中口子—黑帐房盆地
			III_{17} 公婆泉复向斜	
			III_{18} 马鬃山复背斜	
			III_{19} 音凹峡复向斜	
	I_{3} 内蒙、大兴安岭褶皱带	II_{8} 内蒙优地槽褶皱带	III_{20} 银根拗陷	银根盆地 巴丹吉林覆盖区
			III_{21} 巴丹吉林覆盖区	
塔里木地台	I_{4}	II_{9} 北部台坳	III_{22} 白城子—西碱泉隆起	敦煌盆地 阿克塞盆地 踏实盆地
			III_{23} 敦煌拗陷	
			III_{24} 大洪山—三危山隆起	
			III_{25} 肃北山间断陷	
中朝准地台	I_{5}	II_{10} 阿拉善台隆	III_{26} 花海—金塔拗陷	潮水盆地 金塔—花海盆地 雅布赖盆地 巴音木都盆地
			III_{27} 雅布赖山隆起	
			III_{28} 巴音乌拉山隆起	
			III_{29} 雅布赖拗陷	
			III_{30} 北大山隆起	
			III_{31} 潮水拗陷	
			III_{32} 龙首山隆起	

深断裂的产状大体一致。

祁连褶皱系内的第三级构造单元是：山间断陷或拗陷、山前拗陷、复背斜、复向斜及隆起等。

祁连地槽褶皱回返后经过一个相当长的时期，到侏罗纪时，开始普遍下沉并广泛地沉积了侏罗系及其以后的地层，形成了一系列中、新生代山前拗陷，主要分布于走廊过渡带，如酒泉盆地和民乐盆地以及武威、民和等盆地。

在祁连地槽褶皱回返后，常常出现另两种形式的拗陷。第一种拗陷的特点是：面积比较小，形状呈窄长条状，其范围常被断层所限(即地堑式拗陷)，它们是相互隔绝或半隔绝的沉积区，但分布方向上常与古老构造轴向相吻合，沉积物以陆相、浅海相、海陆交互相为主，这种拗陷被称之为"山间断陷"，分布于北祁连优地槽褶皱带的两侧，如妖魔山—毛毛山山间断陷，陶米山—马雅山山间断陷。第二种拗陷的特点是：面积较大，形状和范围不规则，有如海相盆地，石炭纪为浅海相沉积，二叠纪转为陆相沉积(南祁连大部仍为海相沉积)，这种拗陷被称之为"山间拗陷"，其主要分布于祁连地槽褶皱带的东段，如平城—靖远山间拗陷，兰州—西宁山间拗陷，临夏—陇西山间拗陷等。

复向斜、复背斜、隆起均形成于加里东运动时期或其以后。复背斜分布于祁连中间隆起带的西段轴部和走廊过渡带的东段南侧，前者构成中祁连山之主峰，后者构成走廊东段拗陷和景泰—兴仁山间拗陷的天然"分水岭"。

永昌隆起形成于印支褶皱运动时期，构成酒泉—民乐山前拗陷和走廊东段拗陷的天然分界线。

三级构造之内尚可划分出四级负向构造单元，如槽内盆地(如平城堡、民和、皇城、沙河、石包城—昌马、野马河、寺儿滩、盐池湾、疏勒、双临等十个盆地)和槽缘盆地(如酒泉、民乐、武威等盆地)。

现根据构造发育历史，构造形变、沉积建造、相序组合、岩浆活动以及变质作用等一系列特征，将祁连褶皱系已划分出的第二级大地构造单元描述如下。

(一) *走廊过渡带*

位于祁连山北侧，即现今河西走廊一带。其北侧与阿拉善台隆毗邻。

组成该带的基底岩层主要是中、上寒武统和中、下奥陶统及志留系厚近万米的碎屑岩和碳酸盐岩建造。志留纪末北祁连山地槽回返后，肃南及其以东有边缘拗陷性质的磨拉石建造，而在西段则未见相类似的建造出现。石炭纪时，开始沉积海陆交互相的山前含煤建造。二叠、三叠纪时，海水退出而代之以陆相碎屑岩沉积。侏罗纪时，北祁连山上升隆起，开始全面下沉，形成了祁连山北麓的这一狭长带状拗陷，从而有了较大范围的沉积。早白垩世时，该带西部沉降速度比东部沉降速度快，沉积了还原环境下形成的湖相深灰色纸状页岩、泥岩、粉砂岩，间或有石灰岩和菱铁矿结核出现，沉积厚度达数千米。酒泉盆地、民乐盆地即是在此时形成的。从晚白垩世至第三纪，该带普遍发育红色陆相碎屑岩建造，其中包括棕色、棕红色砾岩、砂岩、泥岩等。拗陷幅度较大，从上白垩统至第三系厚逾千米。

过渡带形成以后，构造运动频繁(尤其是边缘地带)，从侏罗纪至第三纪，有较多的沉积间断和不整合以及较为显著的岩相变化。不仅如此，第四纪及近期的新构造运动也甚强烈。新构造运动所形成的断裂通常都发生在不同构造单元的接触带上。值得注意的是：自民乐至景泰，第四纪砾石层变薄，盖在砾石层上面的黄土层向东加厚。黄土层向东加厚地带就相当于祁连褶皱系向东显著的倾伏地带，这意味着本区第四纪初期沉积物在性质上的分异

是跟祁连山在各地段不同的降起幅度和古构造地形有密切联系。

在大地构造图上，我们还可以看到本带被早古生代地层向北突出的永昌隆起和榆木山隆起等所分开，形成半隔离状态。

本带褶皱和断裂发育，前者表现为过渡类型的短轴不对称或开阔型褶皱。断层多表现为逆断层性质，其次为平移断层，而正断层在本带不显著。由于本带受深断裂的严格控制，褶皱轴向和断裂走向皆与整个褶皱系平行，显示了构造线具有一致的方向性。

（二）北祁连优地槽褶皱带

前已述及，这个褶皱带与祁连山其它各构造单元的接触皆受深断裂控制。整体走向呈北西西向窄长条带状展布，向东逐渐加宽，形似楔状体。本带已被证明是一个发育良好的优地槽褶皱带（王荃等，1976；肖序常等，1978），它形成于寒武纪中期，由于断陷下沉开始它的优地槽发育历史，主要堆积了一套由泥质岩与砂质岩组成的下部碎屑岩建造。在不断快速拗陷的同时，也伴随了海底喷发。

奥陶纪时，以大量的火山喷发（早、晚奥陶世）及碳酸盐岩出现（中奥陶世）为其特征。

志留纪初，除局部地区上升褶皱外，地槽继续拗陷。中志留世时，西段在北祁连北缘地区略有加深变宽现象。然而在中段肃南一带（局部性的）却相反，回返上升幅度较之周围地区增大。东段志留系绿色碎屑岩系之上没有出现中段的砾岩。由此可知，整个中志留世时，本带在纵向上拗陷幅度是不一致的。晚志留世时，本带北部边缘地带与中志留世比较，处于较缓慢的回返上升的环境中，海水逐渐退却，海侵范围相对缩小，地形进一步复杂化，从而沉积了一整套由红色砂岩、粉砂岩等组成的红色砂岩建造。晚志留世末，北祁连优地槽褶皱成山。（由于这次地壳运动波及到整个祁连山地槽系，并使祁连地槽褶皱回返，形成祁连山的雏形，上泥盆统在祁连山槽斜带的东、中部边缘连续分布，且不整合于下古生界浅变质岩之上，因而李康等将这一运动称为"祁连运动"，1962年）。

断裂方面，除控制本带的深断裂外，还普遍发育着走向逆断层，斜交剪切断层也有出现，呈北东向或近南北向。正断层在本带较少出现。

综上所述，我们把北祁连优地槽褶皱带自下而上划分为4个构造层：第一构造层为前寒武纪古老结晶岩系；第二构造层为下古生界褶皱变质岩系；第三构造层为石炭、二叠及三叠系；第四构造层为中新生界。

（三）祁连中间隆起带

这一隆起带是古中国地台褶皱基底的残块，位于南北祁连地槽之间，并以深断裂与其相隔。它由晚元古代末扬子褶皱的变质杂岩构成。早古生代期间一直处于隆起状态，仅在其局部地区才见有不厚的寒武系和早古生代其他盖层出现。震旦系与前震旦系多呈断层接触。

震旦纪末的地壳运动，使本区褶皱上升，变为长期的隆起地区。加里东期除少数地区（如大通河东南的寒武系盖层沉积）外，均遭受剥蚀。海西期在本带的北缘形成一些拗陷。其中有海陆交互相的石炭系含煤建造，其上沉积了二叠—三叠系陆相碎屑建造。

至侏罗纪初，在本带中段和东段，形成一些呈北西向长条带状或不规则状展布的"山间拗陷"（如兰州—西宁山间拗陷）。在前寒武系或上古生界组成的基底上沉积了侏罗系含煤建造和生油建造，厚达1000米以上。

继侏罗纪以后，在本段东端与西端，形成许多较大面积的白垩—第三纪山间盆地。在这些山间盆地中沉积了红色碎屑岩建造，厚者可达千米。

本带侵入体较多见，按岩性可分为花岗岩类和基性—超基性岩两大类。花岗岩类时代

可分前震旦纪、加里东和海西三期。基性和超基性岩计有：纯橄榄岩、橄榄岩、辉长岩、石英辉长岩等，呈透镜状或脉状侵入。

根据上述构造活动、岩石建造、沉积间断及变质作用，可将本带划分为3个构造层：第一构造层包括前震旦系和震旦系，其中又分前震旦系第一构造亚层，震旦系第二构造亚层；第二构造层为上古生界；第三构造层为侏罗、白垩系及第三系。

（四）南祁连褶皱带

本带位于祁连中间隆起带以南，地理上包括乌兰大坂、党河南山、中务农山、哈拉湖、青海湖及其以南的广大地区。北以南祁连北缘深断裂为界与祁连中间隆起带分开，南以党河南山深断裂为界与昆仑褶皱系相隔，并以青海南山深断裂与秦岭褶皱系相邻。

南祁连褶皱带和北祁连褶皱带一样，都是在前寒武系基底上形成的下古生代地槽。其中沉积了厚度达一千余米的片状砂岩、硬砂岩、千枚岩及板岩。并夹少量的薄层石灰岩。在整个地槽沉积区内，北部以碎屑岩较发育，往南碳酸盐岩或硅质岩夹层增多。

本带岩浆活动尚不清楚，除有极少的中—基性喷发岩外，尚有少量的超基性岩，岩体均较小，或呈岩脉产出。

加里东运动使岩层普遍发生褶皱，下古生界岩层走向为北50°—70°东，倾向以北西为主，倾角50°～80°。

褶皱以下古生界构成向北倾的紧闭褶皱和不对称褶皱为主，宏观上构成一大复向斜，断裂也较发育，和北祁连优地槽褶皱带一样，以北西西向为主，一般在不同时代的岩层接触处常见有高角度的逆断层，断层面多向北倾。

石炭—三叠纪浅海相石灰岩不整合覆盖于下古生界之上，无论是岩相、厚度，还是褶皱变质，均有异于下伏地层。就构造形变而言，石炭—三叠系的构造形态与下伏下古生界的紧闭褶皱形成鲜明的对照。它们组成较开阔的、短轴状的背斜和向斜，轴向北西40°～50°。

本带初步可分出3个构造层：第一构造层为下古生界；而把不整合覆盖于下古生界之上的石炭—三叠纪的浅海相沉积划为本带的第二构造层；第三构造层分为两个亚层，第一亚层为侏罗—白垩系，第二亚层为第三系。

综上所述，可知祁连褶皱系总体呈北西走向，它是一个加里东褶皱系。志留纪末的晚加里东运动，席卷整个祁连地槽系，产生了以北西向为主的紧密线状褶皱和巨大的压性大断裂。以花岗岩为主的酸性岩体主要分布于祁连中间隆起带、北祁连北侧和阿拉善的南缘地带。在北祁连褶皱带山前，泥盆系巨厚的红色磨拉石建造以高角度不整合于前泥盆系变质岩和上述一些花岗岩体之上。

祁连地槽系经晚加里东运动转化为褶皱系，与北邻的中朝准地台联成一片。之后，经历了泥盆纪时期的强烈差异上升和夷平，石炭纪时又被海水淹没，沉积了浅海相的石灰岩和海陆交互相的含煤建造。二叠、三叠纪时，以中祁连北缘深断裂为界，北为陆相盆地沉积，南为浅海、滨海相沉积。印支运动后，随着我国西南巨大的印支褶皱系的形成，整个祁连褶皱系所在地区全部上升为陆，结束了海侵历史。嗣后由于燕山运动和喜山运动的影响，在本区所形成的拗陷内接受了中、新生代的陆相沉积，从而形成了广泛的生油建造和储油建造。

二、天山褶皱系

甘肃西部地区的西北部广大区域（习惯上称它为北山地区）处于天山—内蒙—大兴安岭地槽褶皱区的天山褶皱系，它又可分为北天山优地槽褶皱带、天山中间隆起带（位于甘西区

的地段，我们又叫明水中间隆起带）和北山优地槽褶皱带等三个二级大地构造单元。上述三个二级大地构造单元之间如同祁连褶皱系的四个二级大地构造单元一样，均以深大断裂相隔，自北而南有：狼娃山深断裂（即：明水中间隆起带北侧深断裂），星星峡一石板井深断裂，红泉深断裂（疏勒河深断裂）。

狼娃山深断裂分布于明水中间隆起带的北侧，是北天山优地槽褶皱带与明水中间隆起带的分界，自雅满苏之南向北东经清河口之北而及于中蒙国境线外。

星星峡深断裂分布于明水中间隆起带的南侧，构成明水中间隆起带与北山优地槽褶皱带的天然分界。向北东东向经星星峡、明水而与狼娃山深断裂合并。

疏勒河深断裂，又叫红泉深断裂，黄汲清曾在《中国大地构造及其演化》一书中指出：该断裂自然构成天山褶皱系与塔里木地台的分界。断裂西起新疆沿白坡子、红泉、疏勒河之北而及于梧桐石泥泉入沙漠。

上述深断裂即是黄汲清等所称的星星峡深断裂带。它们皆位于不同的构造单元之间，并形成二者间的天然分界线，是二组自古生代以来长期活动的断裂带，它不仅直接控制了晚古生代和中、新生代的沉积，而且对其间各地质构造单元的发展也显示了重要的控制作用。星星峡深断裂带斜切天山褶皱系，并使天山褶皱系由北西方向改变为近东西方向。因此，不论在地质图上或卫星照片上，都可在星星峡、公婆泉、红柳大泉之间一眼看到在中国西部总体呈北西向的构造背景上横卧着一个醒目的呈北东东向展布的构造带，即：北山深断裂系、星星峡深断裂带和柳园深断裂带。这三条深断裂总体走向均呈北东东向，断裂两端走向近于东西向，中段大致均为向北突出的弧形，局部地段呈"S"形展布，这种平面上貌似"石拱桥"形的展布形态，是天山褶皱系内深大断裂平面展布之特征，它反映了构造活动带的柔性变形特点。这些深断裂均为断层面向北倾斜的高角度逆断层带。从各褶皱带错列后的空间布局来看，充分证明新生代以来该断裂带和整个阿尔金断裂系一样，都是一组左旋剪切断裂。黄汲清等则认为，疏勒深断裂和阿拉善北缘深断裂是走向一致（近于东西向）的并断开巴丹吉林沙漠下伏地层的同一条深断裂，延伸长达一千多公里。

北天山优地槽褶皱带的三级构造单元是：黑鹰山复背斜、红石山复向斜，两者之间又以红石山大断裂相隔。断裂沿苦水之北红石山、黑鹰山、六驼山向东进入沙漠，去向不明。

北山优地槽褶皱带的三级构造单元是：公婆泉复向斜、马鬃山复背斜，音凹峡复向斜。三者之间以玉石山一黑大山，方山口一骆驼泉大断裂相隔。上述两断裂虽然性质不够明确，但其存在是无疑的，总体走向与狼娃山等三条大断裂的走向一致，近于东西向。跟红石山深断裂等一起都是星星峡深断裂带和柳园深断裂带的组成部分。

天山褶皱系的四级构造单元跟祁连褶皱系的四级单元一样，有负向构造南泡子泉、公婆泉、骆驼泉、石板井、黑鹰山、扎格高脑、中口子一黑帐房等七个盆地。

现将天山褶皱系各二级大地构造单元的特征描述如下。

（一）北天山优地槽褶皱带

本带位于明水中间隆起带之北西，向北与蒙古接壤。

北天山正如黄汲清所说那样："是一个典型的多旋回发展的优地槽褶皱带"。北天山是以华力西褶皱为主的优地槽，共发生了七次造山运动，其中以晚加里东末期、早华力西末期和中华力西末期三次运动最为重要。

寒武系至中、下奥陶统厚1000余米的碎屑岩和碳酸盐岩是本带由地台向地槽转化的过渡层，具有台一槽过渡型的建造特征。由于受早加里东运动的影响，北天山从晚奥陶世开始

出现标准型的地槽沉积，上奥陶统厚层石灰岩的厚度大于1800米。

从志留系各统间未见不整合，而下志留统不整合于上奥陶统之上看，奥陶系与志留系之间可能有一次局部性的构造运动。在志留纪末至中泥盆世之前，发生过一次强烈活动，使北天山早古生代地槽型沉积形成向南倒转的线状褶皱，这一运动引起强烈的地槽分化，使北天山地槽"循着两个不同的方向发展"(黄汲清等,1981年),由原来的冒地槽改变为优地槽。不仅如此，本带的东西段也发生明显的分化。

泥盆纪时，甘肃西北部位于该带的广大地区，沉积了厚达万米的海相碎屑岩，并有中性为主的火山岩。石炭纪优地槽沉积同样分布广泛，厚度巨大，只是到早二叠世时，分布范围缩小，厚度减薄，火山活动减弱。三叠系和侏罗系仅在局部区段发育且纵横向变化较大。

(二) 明水中间隆起带

本带为天山中间隆起带的东延部分，是古中国地台因兴凯运动而解体，由地台转化成地槽后所残留的断块和断隆所构成。

本带主要由变质较深的片麻岩和片岩以及石炭纪的火山岩、沉积岩、变质岩和华力西中期花岗岩、闪长岩等组成。明水以东还有下二叠统和中、下侏罗统超覆其上。本带尚未发现泥盆纪和晚二叠世的地层。石炭系分布广泛，而且褶皱强烈，构成紧密的背、向斜构造。由于断裂运动以及岩浆活动的影响，褶皱构造均遭受破坏，表现不完整。断裂主要分布于早石炭世地层与华力西中期花岗闪长岩体中，沿断裂带有破碎带、断层角砾岩。同时，见大量中、酸性岩脉及钾长花岗岩侵入体。经航磁证实，狼娃山—白山断裂带为一正磁力异常带。

(三) 北山优地槽褶皱带

北山优地槽褶皱带，位于天山的东端，明水中间隆起带以南，呈低矮山丘出露。

区内自震旦纪始，经受了扬子期、加里东期、华力西期、阿尔卑斯期等各期构造运动的影响，致使区域构造复杂、褶皱重迭，断裂交织，构造线相互干扰。尽管如此，仍然保留各期构造运动的特点。

扬子构造运动期：震旦纪具有剧烈沉降特点。现在的面貌常以条带状隆起的形状出现。

加里东构造运动期：是地槽前期旋回的发展时期，沉积厚度较大，岩浆活动仅在晚期才渐趋强烈，造成早古生代地层紧闭褶皱和较深变质。断裂活动以逆断层为主，规模较大。

华力西构造运动期：沉积建造、岩相以及褶皱形态均具地槽特征。断裂活动强烈，大断裂均具继承性。发生的构造幕很多，岩浆活动频繁，几乎每个纪都有火山喷发活动，沉积厚度达一万多米，末期回返上升，有强烈的褶皱与断裂，侵入岩浆活动范围较广，生成岩基、岩株。上述特征，足以反映出该运动是北山地区的主构造旋回。依据区域构造不整合和沉积建造性质可以划出四个构造层：1)泥盆纪构造层；2)石炭纪构造层；3)早二叠世构造层；4)晚二叠世构造层。

印支—燕山构造运动期：在华力西褶皱带上的拗陷及断陷区(红柳大泉一带)内，接受了较厚的早中三叠世和早中侏罗世的沉积(牛圈子一带当时为隆起区，缺失三迭系和中下侏罗统)后，产生了较强烈的褶皱变动和断裂变动。这次运动造成了北东—南西向或近东—西向的拗陷，并接受了晚侏罗世的沉积，因而造成侏罗系中、下统与上统的普遍角度不整合接触。构造线方向基本上承袭了华力西期北西西—南东东向构造线方向。在晚侏罗世末产生的构造运动较为显著，升降幅度较大，局部地区(牛圈子一带)褶皱较强。广大地区则形成了开阔平缓的向斜构造及近水平岩层构造，并造成侏罗系上统与上第三系上新统的不整合接触，局部为假整合接触。

该期运动特点是开始（印支期）以褶皱变动为主，伴随断裂变动及岩浆活动，生成以降起剥蚀、坳陷沉积为特点的中生代地台。后期（燕山期）的构造运动较强，此构造期是在印支期生成地台的基础上，进一步发展成为活动性增强的地台的过程。

喜马拉雅运动在本区表现较为显著，主要特征以升降运动为主，常形成大小不等的凹陷、第三系呈现低角度宽阔褶皱。总的看来，上升运动强于下降运动，仍反映出是一个活动性较强的地台。

综上所述，北山构造运动具多旋回性的特点，地质构造十分复杂，历年来，许多调查者对北山地区的构造性质有着各种不同的看法，很大的原因也就是北山地区地质构造的特殊性和复杂性。目前，由于区域地层、岩浆活动等一些地质问题未能彻底解决，故对一些构造问题的认识仍不能得出全面正确解释，有待今后进一步工作。

三、内蒙—大兴安岭褶皱系

内蒙—大兴安岭褶皱系是天山—内蒙—大兴安岭地槽褶皱区内的亚一级大地构造单元。甘肃北部的广大地区位于二级大地构造单元—内蒙优地槽褶皱带内。该带北抵中蒙边界，南以北山深断裂的东延部分与中朝准地台的阿拉善台隆分界，西接天山褶皱系，东邻鄂尔多斯台拗。本区广大地带被浩瀚沙漠覆盖，对其三级构造单元暂且划分出银根拗陷和巴丹吉林沙漠覆盖区，详细的划分尚待今后进一步工作。四级构造单元则是银根盆地。

内蒙优地槽褶皱带大部分被巴丹吉林沙漠覆盖，根据区测资料和航磁成果，以及近几年的地面调查研究，对本区地层提供了不少新的认识，过去认为的前震旦系，经化石证明属于泥盆系，有的则属于石炭系或二叠系。

本带主要发育的地层从老到新有：前寒武系，为一套中一深变质岩，总厚3955米，分布于额济纳旗、雅干、拐子湖一带，属地槽型海相沉积。

寒武系分布零星，仅见上统。奥陶系分布最广，在居延海一带上、中、下三统出露俱全，总厚度大于3700米，为一套浅海相的火山碎屑岩沉积。志留系为一套海相碎屑岩组成。泥盆系由浅海相的碎屑岩组成，在雅干、拐子湖一带出露完整。石炭系分布较广，由海相碎屑岩、碳酸盐岩与滨海火山碎屑岩组成，在居延海出露的不完全厚度已达5559米。二叠系以浅海相碎屑岩为主，夹薄层石灰岩，属槽型复理石建造，厚达4200米多。

中生界发育不良，分布局限。三叠系缺失中、下统，上统发育，仅见于雅干、拐子湖一带，属内陆湖泊碎屑岩沉积，厚达2000米。侏罗系中、下统发育且分布广泛，而上统分布零星。白垩系分布很广，南部厚，北部薄，为陆相红色碎屑岩建造。

第三系分布极为局限，仅在拐子湖以南和银根一带有零星露头，大部地区缺失。第四系由湖积、洪积及化学沉积物组成，厚达3000多米。

加里东旋回与华力西旋回是本带的主旋回。受上述旋回的影响，下古生界全部变质，上古生界产生强烈褶皱、断裂，并轻微变质。在泥盆系与志留系之间，石炭系与二叠系之间，二叠系与三叠系之间，均存在角度不整合或平行不整合。印支运动期，本带褶皱隆起，遭受剥蚀。燕山运动对本带影响较大，中生代地层产生褶皱，并见有燕山期的岩浆岩分布。喜山运动表现为大幅度的升降活动，大面积为降起剥蚀，仅局部凹陷接受第三纪沉积。

区内构造线方向以东西向为主，在居延海索果淖尔一带，形成三条东西向挤压带，其次则有南北向的褶皱断裂和华力西晚期以及印支—燕山期产生的北西向褶皱断裂。

由于本带经历了长期的地史演变，遭受了多次构造运动，使该区构造面貌变得极其复杂。老的东西向构造受到了不同程度的改造，并增生了新的构造线。

被巴丹吉林沙漠覆盖的广大区域，据航磁解释成果，认为是一个略呈东西向的、多边形的中、新生代断陷盆地。从所作的磁性体最小埋藏深度图判断，磁性体多呈块状、条带状分布，说明盆地构造格架为北东向及东西向。

四、塔里木地台

甘肃西部地区的西端位于塔里木地台东端的北部台拗，北部台拗形似一个大楔状，插入天山褶皱系与祁连褶皱系之间。其北以疏勒河深断裂为界与北山优地槽褶皱带分开；其南被著名的阿尔金深断裂带所切，从而构成了北部台拗与祁连褶皱系的分界。向东通过一个"地腰"（或"地峡"）式元古代隆起把中朝准地台与塔里木地台连接起来。

三级构造单元划分如下：白城子—西碱泉隆起；敦煌拗陷；大洪山—三危山隆起；肃北山间断陷。上述三级构造单元总体走向北东，呈窄长条带状展布，形态不规则。

四级构造单元则是位于台缘区的台缘盆地（敦煌盆地）和位于台内区的台内盆地（阿克塞盆地）。

北部台拗基底起伏不平，形态复杂。基底主要由前震旦系的一套深变质花岗片麻岩及结晶片岩，夹酸性花岗岩和震旦系的中—深变质岩以及分布非常局限的古生界变质岩，中性、酸性、基性岩浆岩组成。盖层主要为中新生界的中、下侏罗统、下白垩统、上第三系及第四系组成，且受基底形态控制。上侏罗统、上白垩统以及三叠系在本区不发育，且分布也很局限。

根据物探和卫星照片资料，拗陷内部同边缘一样也被北西西向和北东东向断裂切割。其中北东向一组断裂属长期活动的继承性断裂。整个拗陷的构造、沉积建造及发育均严格地受到北东—北东东向的一组自古生代以来就长期活动的阿尔金—北山深断裂系的控制。区内新构造运动表现极为强烈，以大面积的垂直升降运动为主，尤其是第四纪以来的断裂比较发育（据甘肃地质局，1968 年）。这些断裂主要发育在上升区与下降区衔接处之古老断裂带上。断层性质多属逆断层，为前震旦纪地层逆掩于更新世玉门砾岩之上或第三系逆掩在玉门砾岩之上（图 4－5、图 4－6）。

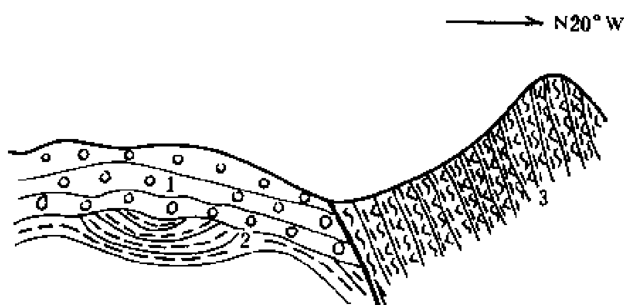


图 4－5　大水峡玉门组与疏勒河组及敦煌群接触关系素描图

1—下更新统玉门组（Qpy）微胶结砾石层；2—上新统疏勒河组（N_2s）泥岩；3—敦煌群（$P_{t1}dn$）片麻岩

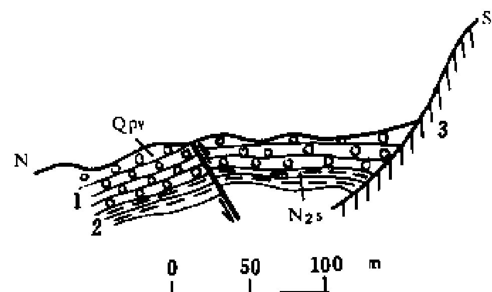


图 4－6　蘑菇台万佛峡玉门砾岩逆断层示意图

1—砾岩；2—粘土；3—基岩

五、中朝准地台

中朝准地台的阿拉善台隆位于甘肃西北部，北以阿拉善北缘深断裂与内蒙优地槽褶皱带分界，南以走廊北缘龙首山深断裂与祁连褶皱系为界。

阿拉善台隆的三级构造单元是：花海 一 金塔拗陷、雅布赖山隆起、巴音乌拉山隆起、雅布赖拗陷、北大山隆起、潮水拗陷、龙首山隆起、巴丹吉林沙漠覆盖区、腾格里沙漠覆盖区等九个三级构造单元。

四级构造单元是：花海一金塔盆地、潮水盆地、雅布赖盆地、巴音木都盆地。

巴丹吉林沙漠的南部位于台隆的北部，浩瀚的沙漠几乎覆盖了本台隆三分之二的广大面积。根据地面出露地层分析，它与其北部(属内蒙优地槽褶皱带)的地层、构造、沉积建造等发育历史截然不同。

阿拉善台隆的地壳发展史大致经历了三个阶段：第一阶段为前震旦纪、震旦纪地槽发育阶段，形成了一套巨厚的海相碎屑岩沉积；第二阶段为古生代地台发育阶段；第三阶段为中新生代断陷发育阶段。

侏罗纪初期地壳缓慢上升，大部地区接受了山麓堆积相的碎屑沉积，而后，由于断块山系逐渐侵蚀夷平，渐变为河湖相沉积，气候亦变得潮湿，植被繁茂，在这种环境下沉积了富含有机质的中、下侏罗统的生油建造和含煤建造。

中侏罗世末，燕山甲幕波及全区(尤以南部地区影响较大)，断陷迅速下降，范围进一步扩大，在断陷边缘就地取材，堆积了山麓相的砂砾岩沉积。断陷中心渐变为深湖相的泥岩。

侏罗纪末，除东西向断裂活动外，又增生了北西向、北东向的两组新断裂，此时，断陷范围严格地受到上述两组断裂的控制。

早白垩世，断陷发展到全盛时期，由于稳定的沉降和有机物的繁衍，沉积了巨厚的暗色泥岩生油建造。

晚白垩世，地壳再度上升，并伴随褶皱与断裂，从而使上白垩统大面积缺失，大部地区第三系与下白垩统呈不整合接触。

第三纪时期，本区仍以升降运动为主，此时，北大山等处缓慢上升，断陷范围远比白垩纪时期缩小。

第三纪末，以压扭性断裂及褶皱上升运动为主，与此同时，很多湖盆消亡，上第三系普遍缺失，形成第四系与第三系之间广泛的角度不整合。第四系半干涸的小型盐湖发育，砂丘、砂山占有很大面积。

第四节 深断裂及新构造运动

一、深断裂

据黄汲清研究，甘肃西部地区古生代以来的深断裂情况可简列于下表(表4－3)。

二、新构造运动

甘肃西部地区新构造运动表现活跃、分布普遍、形式多样。以强烈的挤压、褶皱、隆起为主要特征。亦为近代地震多发地区之一。

新构造运动在各构造单元的交接部、山前带以及中央拗陷带最为显著。例如，强烈隆起的祁连山与第四纪沉积厚达600 ～ 1600米的走廊盆地形成鲜明对照，这是该区规模最大和现代活动最强的断裂带，白南断层位于酒泉西部盆地内的中央拗陷带与北部斜坡带的交接处；嘉峪关断层纵贯酒泉盆地南北，并将该盆地一分为二；分隔酒泉盆地与民乐盆地的黑河

表4－3　甘肃西部深断裂简表

（古生代以来）

断裂名称			深度	性质	强烈活动时代	岩浆活动及其它	备注
体系	系	带					
古亚洲	中朝地台北侧	阿拉善北缘	*T*？*L*	*C*－*S*	Pt，Pz		属新生代特提斯—喜马拉雅体系
		疏勒河	*L*	*C*－*S*	Pz		
	阿尔金—北山	狼娃山	*L*	*S*	Pz	Σ	
		旱旱峡	*L*	*S*	Pz	Σ	
		阿尔金	*L*	*S*	Pz、Kz	Σ	
	北祁连—北淮阳	龙首山	*L*	*C*－*S*	Pz、Kz	Σ、γ	
		北祁连北缘	*L*	*C*－*S*	Pz、Mz、Kz	Σ	
		北祁连	*T*	*C*－*S*	Pt、Pz Mz、Kz	os、gs	
		中祁连北缘	*L*	*C*－*S*	Pz、Mz、Kz	Σ	
		中祁连南缘	*L*	*C*－*S*	Pz、Mz、Kz	os	

T：超岩石圈断裂；
L：岩石圈断裂；
C：壳断裂；
C－*S*：压性及压剪性；
S：剪性；

Σ：超基性岩；
os：蛇绿岩套；
gs：蓝闪片岩等高压变质带；
γ：花岗岩

断层，其两侧的新生界厚度分布相差悬殊。以上活动断层的分布均沿袭老的构造线。可见，本区的活动断层是各构造单元间相互运动的结果，它充分反映出青藏高原对甘肃西部地区的强烈挤压。以下列举几个实例：

（一）北祁连北缘大断裂

断裂总体走向北西西，为断面南倾的高角度逆断层带。北祁连的下古生代地层向北东逆冲到中新生代地层之上，在冰沟口、榆林坝及马营河峡出口等剖面上均清晰可见。

冰沟口剖面：位于嘉峪关以南的北大河谷出口处，古生代下奥陶系变质岩系逆冲到第四系洪积砾石层上。变质岩系被强烈挤压，几乎成粉末状。第四纪砾石层在近断层处弯曲，砾石有压碎现象。在断层面出露处，地面可见明显断层陡坎。

榆林坝剖面：位于清水堡南约5公里的榆林坝河峡出口的大洪积扇上。洪积扇全由巨大的花岗岩砾石组成，在这里北祁连北缘大断裂通过处，显示为横切洪积扇的巨大断层陡坎。断层南侧陡坎上出露花岗岩体，上覆巨大的花岗岩洪积砾石，北侧全为巨大的洪积扇堆积。据切割洪积扇的断层陡坎判断，当是更新世以后仍有活动的断层。

除上述剖面之外，酒泉盆地东部金佛寺花岗岩逆掩到第四系之上。金佛寺花岗岩之下，有破碎的第四系砾石层。第四纪以来，断裂两侧差异活动明显。总的趋势是西强东弱，酒泉盆地下降3000米，武威盆地下降800米（彭作林，1982）。

最近两年所做的进山地震剖面表明，北祁连山北缘大断裂至少向北推覆15公里左右，某些地区老地层直接掩覆在第四系砾石层之上。

（二）阿尔金断裂

阿尔金断裂是我国西部一条规模巨大的断裂系。呈北东 50°～70°方向展布，全长约 1500 公里。阿尔金断裂带在第三纪末至今仍有强烈的活动，其表现是多方面的。

首先，该断裂本身有明显活动的直接标志，表现为上于断裂一侧前震旦纪的敦煌群、震旦系、泥盆系、石炭系等地层，沿断裂带逆冲在另一侧的新第三系、下更新统的砾石层、中更新统洪积砾石层之上。例如，青崖子一带断层南侧的震旦系浅变质岩逆冲到第三系粉砂岩上、鹰嘴山北麓一带前震旦纪变质岩逆覆在上新世、更新世地层之上。

其次，据新疆地质工作者报道，在若羌河源清水泉见 2 公里的断层破碎带。因断裂在老破碎带中产生新错动，下更新统的砾石层也被卷入其中，砾石表面呈镜面状。

此外，新疆地震局冯先岳在"阿尔金断裂带"一文中写道：阿尔金断裂西南端断谷及其附近第四纪火山喷发频繁，已知活火山口 20 余处。普鲁村北克里雅河西岸可见呈水平状的玄武岩夹于晚更新世砂、黄土或砾石层中，说明火山活动主要时期在晚更新世以后。1951 年 5 月 27 日在这里还发生过火山爆发，这一带玄武岩在距地表 2 米以下温度显著上升，在 3 米以下的坑井中人无法工作。熔岩有塑性增高的趋势，还发出响声。火山锥形地貌保存完好、几乎无冲刷剥蚀的痕迹。以上均是火山现今活动的佐证。

（三）疏勒河峡出口断层

位于祁连北缘大断裂的西端向阿尔金山大断层转折的部位，属阿尔金山断层的东延部分。断层走向为北 75°～85°东，倾向南、倾角 45°～80°。其南侧的志留系杂色硅质灰岩、砂页岩等向北逆推到上第三系白杨河组紫红色砂岩和第四系酒泉砾石层上，局部地段逆冲在第四系坡积层之上。挤压破碎带从几十米到 2000 多米，破碎带强烈糜棱岩化，未胶结、地形上形成丘状起伏的凹槽。时振梁等（1982）据卫星照片描绘，这条断层具有左旋性质，疏勒河在昌马峡出山形成的巨大洪积扇相对向南错移约 3～4 公里（见图 4－7）。由此可见，该断裂至今仍有相当大的左旋水平错移。

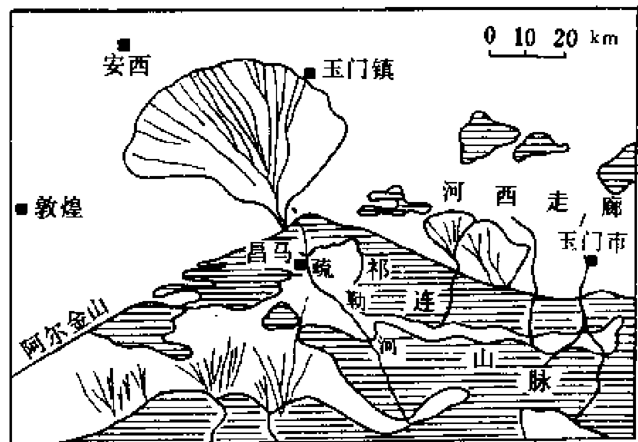


图 4－7 疏勒河峡出口处断层把疏勒河巨大洪积扇相对左旋错移3～4公里

综上所述，可将甘肃西部地区活动断层的表现形式和构造特征概括如下：

1. 一、二、三级构造单元交接处的断层表现继承性活动（如北祁连北缘、阿尔金、狼娃山、星星峡等断层），而四级构造单元或更低一级单元接触处的断层往往有新生性（如黑河、嘉峪关、新民堡、马营河等断层），且多和前者斜交。

2. 活动断层的性质大多为逆断层或逆掩兼走滑断层，断面大多南倾，反映本区受到自南而北的挤压或推挤。

3. 断裂在地貌上常显现同方向平直延伸的陡坎（如嘉峪关、文殊山等断层），有的地方显示出丘状起伏的凹槽（如阿尔金等断层）。

4. 断层附近多发育有规模较大的挤压破碎带，且断层带中糜棱岩化，岩屑几乎成粉末状、胶结很差或完全没有胶结，充分反映了它们近代仍在活动。

第五节　盆地类型和分布及其形成特点

综上所述，在本区与沉积盆地形成有着密切联系的地壳运动共有三期：

华力西期：彻底结束了本区的地槽发展阶段，海水全部退出，开始了陆相沉积这一新的发展阶段。

印支—燕山期：前期印支构造旋回是甘西诸构造盆地的开始阶段，一些盆地已初具雏形（如潮水、民和等盆地），而另一些盆地（如酒泉盆地）则由于边缘断裂活动，周围老山迅速上升，盆地下降从而堆积了三叠纪陆相沉积。后期燕山构造旋回是甘西诸盆地的广泛发育期，现今所有盆地从早侏罗世开始，由于本区块断的发展和挤压扭动的强化，普遍下陷，接受沉积。前已述及，侏罗纪构造旋回和白垩纪构造旋回两者自成系统，前者形成含煤、生油建造，后者形成生油建造。是本区石油勘探的两个主要对象。

喜山期：喜马拉雅构造旋回是甘西各盆地形成油气储盖层的时期，同时又是油气运移的主要时期，它为油气的运移提供了强大的动力，并且也决定了油气聚集和保存的现今面貌。

一、盆地类型及其分布

（一）按所处大地构造位置分类

1. 槽内盆地：分布于祁连、北天山、北山、内蒙地槽褶皱带（系）内部，这类盆地其基底有两种：一种基底是下古生界，这一类盆地计有昌马、疏勒、皇城、野马河、平城堡、陇西、寺儿滩、扎格高脑、南泡子泉、公婆泉、骆驼泉、石板井、中口子—黑帐房、黑鹰山、银根、盐池湾等十六个盆地和巴丹吉林的一部分；另外一类基底为震旦系变质岩及其复杂的火成岩所构成，缺乏古生界地层，这类盆地有民和盆地。

2. 槽缘盆地：分布于祁连地槽系之边缘，即位于现今河西走廊的位置。这类盆地的基底全为古生界变质岩。计有酒西、酒东、民乐、武威等四个盆地。

3. 台内盆地：主要分布于阿拉善台隆之内，基底为前震旦系变质岩，以白垩系及其以后的沉积为主。这类盆地计有雅布赖、巴音木都等盆地以及巴丹吉林和腾格里沙漠的一部分。

4. 台缘盆地：主要分布于阿拉善台隆和北部台坳之边缘，基底为前震旦系和震旦系变质岩所组成。计有敦煌、踏实、阿克塞、潮水、花海—金塔等五个盆地。

（二）按基底结构及其特征分类

1. 凹字型盆地：主要分布于褶皱山前及断陷中。在走廊山前凹陷中，以酒泉盆地发育得最为完整，并具有典型的山前拗陷盆地特征。这类盆地基底作明显的凹字型结构。如酒泉西部盆地，其南部近祁连山处基岩为隆起带，中央为拗陷，北部则作斜坡抬升，显然基底呈凹字型。又如酒泉东部盆地，由于来自祁连山地槽褶皱系的金佛寺花岗岩体的向北推覆，南部隆起带遭到破坏，变得很窄，仅在盆地东西两端有显示，而中部金佛寺花岗岩体前缘直接和中央拗陷接触。其北部也为斜坡。

2. 凸字型盆地：盆地基底为前震旦纪或震旦纪古老结晶基岩，基底形态受东西向延伸的大断裂所控制，基岩发生地垒和地堑式的块断升降，因此在结构上呈"凸"字型。

民和、潮水盆地均表现为中央隆起，而南北两侧为凹陷区，无论是隆起或凹陷，其范围都较槽缘区宽广。

中央隆起基底埋藏浅，其上沉积盖层发育情况取决于隆起时间的早晚，潮水盆地经钻探

证实，中央隆起上缺失发育在南北拗陷带内的中下侏罗统；而第三系即发育良好，分布广泛，形成20多个局部圈闭构造。而民和盆地的第三系，在中央隆起带上没有沉积，仅发育在南北两拗陷区。

二、盆地的形成特点

（一）成盆期有自北而南转移变新的趋势

甘肃西部地区中新生代盆地的形成，在时间上大体可分为五期：早中侏罗世；晚侏罗世—早白垩世；晚白垩世；渐新世—中新世；上新世—更新世。

早侏罗世沉积盆地在本区分布很广，南北均有，尤以祁连中间隆起带及台缘区发育。

白垩纪时，沉积范围有明显的向南转移的趋势，沉积厚度最大地区迁移至槽缘区。

第三纪沉积以槽缘区为最发育，其次为槽内区，厚度均大于千米。而北山、北天山、阿拉善、内蒙等广大地区沉积厚度仅百米、数百米。

（二）具有下断上拗的"双层"构造发育特征

本区诸盆地虽在发生时间上有先有后，发育程度有优有劣，但它们都有一个共同的发展程序，即由断陷向拗陷的转化。

槽缘盆地这种下断上拗的"双层"构造发育特征较为明显。

从总体来看，早中侏罗世和早白垩世沉积是在地壳块断升降过程中形成的断陷中产生的，这一点可由相带的突变、厚度的巨变以及伴随断裂而发生的玄武岩喷发等现象得到证明。

第三纪和第四纪则以拗陷发育为特征，各盆地均可见到第三系明显地超覆在老地层之上，并且相带变化稳定，过渡关系清楚。

这里需要指出的是，上述盆地发展阶段，即断陷向拗陷的发展，是指本区在时间演变上总的发育趋势，就空间发育特征来看，由断陷向拗陷的发展程度在本区各盆地是不均衡的。介于相对稳定和不稳定单元之间的过渡地区，如槽缘区诸盆地，这种双层结构特征比较清楚。在台内和中间隆起带上的山间盆地则以断陷为其主要特征，表现为凸、凹相间，或地堑、地垒相间。

（三）盆地的展布方向、构造形态以及局部构造带的生成均受断裂活动的控制

众所周知，甘西区诸盆地成带状分布于各构造单元之中，且方向上呈北西西、北东东向展布，酒泉、民乐、阿克塞、敦煌等诸中型盆地均具有菱形或近似菱形的构造形态。究其原因主要是受北西西向与北东东向两组深大断裂的控制。无论是上升块断内部的深大断裂，或是盆地边缘的深大断裂，均表现为逆冲性展或挤压性质，故所形成的盆地挤压特点明显。这是甘西诸盆地不同于我国东部引张盆地的最明显标志。另外，甘西区在中新生代地质发展过程中，还处于一种挤压扭动状态中。这从盆地边缘的构诸带，如老君庙背斜带呈雁行式排列得以证明。

以上所记述的是玉门石油管理局所辖地区区域构造的总轮廓，有关局部构造特征和含油气情况将在下章盆地各论中予以详细叙述。

第五章 盆地各论

第一节 酒西盆地

一、概况

酒西盆地指酒泉盆地西部地区，盆地南以祁连山北麓为界，北至赤金峡山—宽台山—榆树沟山(黑山)，西起小红柳峡，东抵嘉峪关—文殊山。面积约2700平方公里(图5－1－1)。

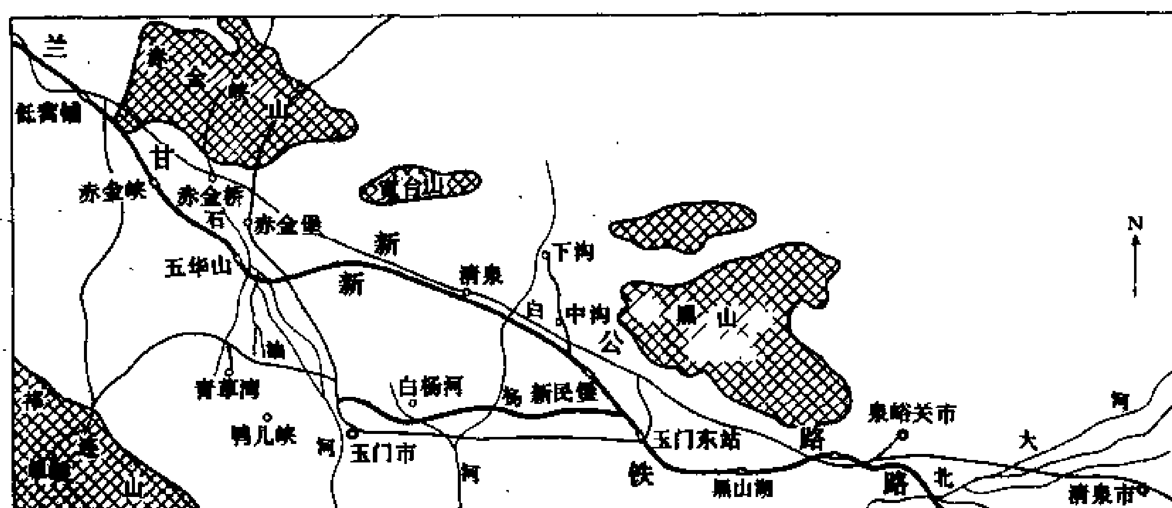


图5－1－1 酒西盆地交通位置图

盆地呈北西向展布，自南向北地貌上可分为三个带，即南部丘陵带、中央洼地带和北部丘陵带。南部丘陵带西起青草湾经老君庙、石油沟、东至窑泉一带，地面海拔2000～3000米，地形起伏显著，相对高差达300多米。中央洼地带全为戈壁滩，包括青西、石北和大北地区，地形起伏小，海拔1500～2300米。北部丘陵带西起红柳峡，经五华山、新民堡，东抵嘉峪关，低山起伏，宽台山、嘉山海拔2200～2400米。

酒西盆地自西向东发育有三条河流，西部有石油河，中部有白杨河，东部有北大河。这三条河皆源于祁连山，出山后，自南向北源去。石油河常年有流水，年平均流量1.12立方米/秒，每年夏季祁连山冰雪消融，水量更大，可供工业和农业之用。石油河向北经赤业峡注入花海子。白杨河水量较大，年平均流量1.51立方米／秒，为间歇性河流，河床迁移性强，向北流入白杨河村南近即消失于戈壁滩中。北大河是本区最大的河，常年有水，夏季洪水瀑发，水量很大，年平均流量可达20.6立方米／秒，向北流入居延南。

本区属大陆性气候，冬季寒冷，长达5～6个月，夏季凉爽。年温差极大，最高气温可达31.1℃●，最低－26.7℃，平均日温差达10～15℃。平均年降雨量157.2毫米左右。

● 据玉门石油管理局气象站1956～1985年统计资料。

本区交通发达，兰新铁路、甘新公路纵贯全区，此外有玉花公路、民众公路、镜铁山公路联结城市和乡镇。

酒西盆地的石油地质勘探始于 1938 年，截止 1984 年先后找到了老君庙、石油沟、鸭儿峡、白杨河和单北等五个油田（图 5－1－2）。酒西盆地的勘探历程大致可分为以下几个阶段。

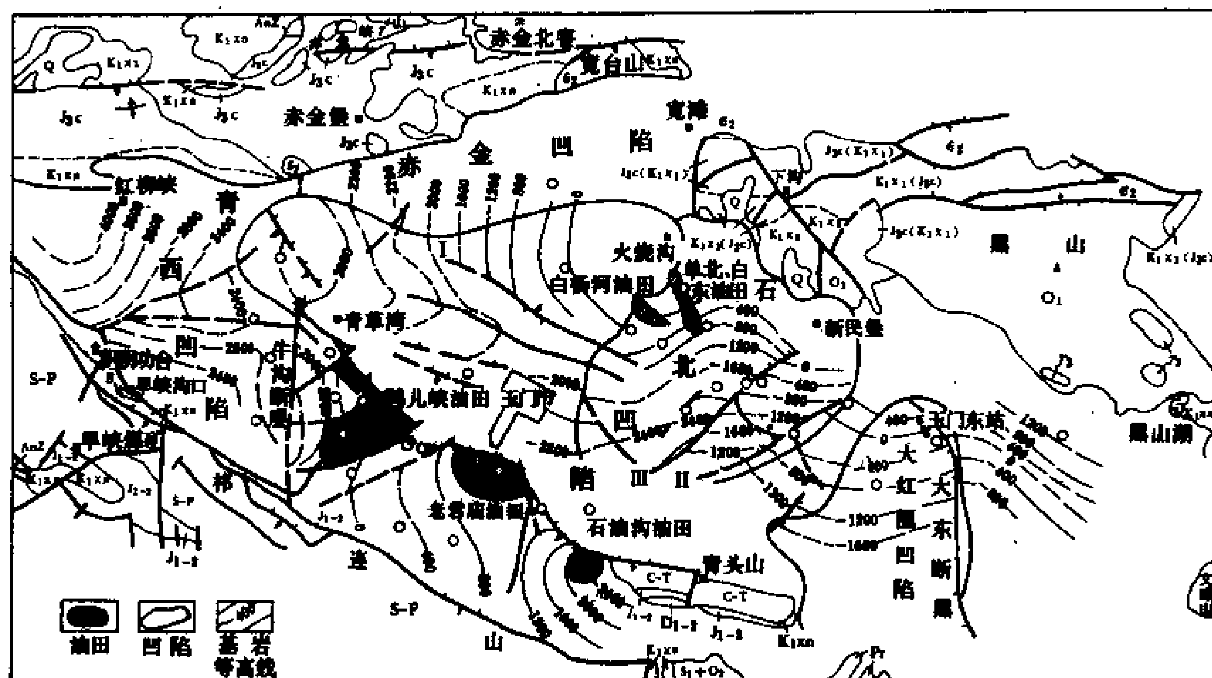


图 5－1－2　酒西盆地勘探成果图
（括号内为编者的划分意见）

第一阶段：1878 ～ 1937 年路线地质调查阶段。

本阶段如第二章所述，外国地质学家来中国考察时，曾作过一些粗略的调查。此外，中国的侯截封、孙健初、谢家荣和袁复礼等也曾做过一些地质调查工作。通过路线地质调查，他们对粗成祁连山脉的地层等进行了描述和命名。

第二阶段：1938 ～ 1949 年石油地质普查发现油藏阶段

1938 ～ 1942 年，我国地质学家谢家荣，侯德封、孙镜初等对本区的新老地层进行了详细的划分命名和对比，对本区的区域构造进行了较探人的研究。孙健初、靳健庚、李同照等细谢了老君庙和石油沟地区的构造，粗制了地质图、构进图和剖谢图等谢件。1939 年 3 月在老君庙不对称背斜构进的顶部，1 号浅井人工挖探至 23 米见油气显示，藏后用镜钻钻至 80 余米，在第三纪甘质系白杨河粗红色粗砂岩中见到大量原镜，从谢发现了"K"油层。1941 年 4 月于 4 号井井深 439 米，发现了第三纪甘肃系白杨河粗间泉子段含油层，原油镜强烈自喷，后命名为"*L*"层。1944 年钻了老质庙第一号深探井，即 DH－1 井，于井深 905 米，钻达三叠系，其上钻遇了"*K*"、"*L*"和"*M*"含油层。截止 1949 年，在老君背斜构造上共钻井 49 口，初步挖制了"*L*"层的含油面积。

这一阶段还开展了重力调查工作。1947 ～ 1948 年刘德嘉、孟尔盛等在酒泉作重力勘探，对老君庙、青草湾、大红圈进行了重力细测；1944 年卞美年等完成了玉门酒泉间地质草图；1945 ～ 1946 年，在孙健初领导下，杜博民、王尚文、司徒愈旺、孟昭彝、张维亚、田在艺、张传淦、李德生和张家环等分别细测文殊山、大红圈、青草湾和石油沟四个构造；1947 ～ 1948 年王尚文等对祁连山北麓中生代地层进行了研究。这一系列工作为下一阶段的石油地质勘探奠定了坚实的基础。

第三阶段：1950 ～ 1960 年石油地质详查油藏勘探开发阶段。

这一时期，中央燃料工业部石油管理总局地质局酒泉地质大队、玉门石油管理局地质调查处、地球物理勘探处、钻井公司及石油工业部石油科学研究院、煤炭工业部贺兰山煤炭地质勘探分公司甘肃地质大队、地质部西北地质局甘肃综合地质大队等单位，对本区进行了地质详查、地质普查和各种地质专题的研究工作。特别是石油管理总局和玉门石油管理局的各个野外队、综合研究队，采用地面地质、重磁力、地震勘探、放射性、细菌及钻井等综合勘探方法，寻找构造、地层－岩性和基岩等各类圈闭。他们先后在老君庙、石油沟、文殊山、青草湾、大红圈、白杨河和鸭儿峡等 14 个局部构造上进行了钻探，发现了第三系的石油沟背斜、白杨河断鼻、鸭儿峡背斜油藏构造岩性油藏和基岩油藏，以及单北水动力圈闭油藏和小马莲泉岩性油藏等(表 5－1－1)。

表 5－1－1　酒西盆地油田简表

位置	油田	油层	时代	类型	发现简况
南部	老君庙	*K*	N_1	背斜	1939 年，钻浅 1 井时发现
		L	N_1	背斜	1940 年，钻浅 4 井时 L 层喷油
		L－M	N_1	岩性	1963 年钻油田调整井，在 919 井取芯时发现
		M	N_1	背斜	1944 年加深钻 DH－1 井时 M 层出油
	鸭儿峡	*L*	N_1	背斜	1956 年在有利二级构造带上，沿已知油田轴线追索时发现
		M	N_1	背斜	在鸭儿峡地区钻746 井（后改称鸭 1 井）发现
		K_1xn	K_1	构造岩性	1975 年钻鸭 503 井发现
		C	C_3	地层	1980 年加深钻 527 井时发现
		S	S_2	基岩	1959 年，在鸭儿峡钻 110 井时发现
	小马莲泉	*L*	N_1	岩性	1956年在有利二级构造带上沿已知油田轴线追索时钻石 81 井（后改为泉 1 井）发现 N_1b_1 含油
	石油沟	*L* *M*	N_1	背斜	1951 年钻探石 2 井发现油气显示，1953 年石 16 井钻探发现油气
北部	白杨河	间	N_1	断鼻	1958 年白南断裂带见油后，向北追踪钻探至白 7 井获得工业油流
		火	E_3	断鼻	1958 年白南断裂带见油后，向北追踪钻探至白 7 井获得工业油流
	白东	间 火	N_1 E_3	断块	1979 年综合研究，钻白探 4 井时发现
	单北	火	E_3	断块	1960 年放射性、地震和综合研究钻单 10 井发现
中央	柳沟庄①	K_1xn	K_1	构造岩性	1984 年地震、综合研究钻探西参 1 井发现油流

① 目前只有2 口井达到工业油流。

这一阶段的实践，使我们认识到甘肃系白杨河组间泉子段是盆地的重要储集层，干油泉段、火烧沟组中、上段以及志留系裂隙层是盆地的次要储集层，甘肃系石油沟组泥岩层是区域性盖层，而白垩系新民堡群是主要的生油岩系。

第四阶段：1961 ～ 1970 年勘探调整收缩阶段

1960 ～ 1966 年，本区勘探工作暂时收缩，支援兄弟油田，仅开展一些综合研究和老油田扩边钻探工作。其中包括顾知微、侯祐堂、斯行健、吕炳铨等对侏罗和白垩系古生物地层的研究；玉门石油管理局地质大队对盆地中央带进行地震和盆地油气富集规律的研究；1965 年后，甘肃省区域地质测量队在本区完成了 1 ：200000 地质测量等。

第五阶段：1971 ～ 1984 年重建勘探队伍、更新勘探技术、寻找隐蔽油藏阶段

1971 年玉门石油管理局重建勘探队伍，首先在酒泉东部训练地震队伍，当时组织了一个模拟磁带地震队和一个综合研究队，1974 年撤回到酒西盆地，并发展成四个地震队，对各个凹陷展开了地震普查，并注意深层的钻探工作。在"深探酒西"的思想指导下，加深钻探基岩油藏。1975 年在鸭西钻 503 井时于白垩系砂砾岩中获得了自喷工业油流，初产 7 吨／日。这一发现说明白垩系不仅能生油而且也能储油。

1977 年在鸭儿峡潜山的西南坡钻鸭 514 井，钻入志留系获日初产 71 立方米的工业油流，随后几年相继有 519、551、558 三口井于志留系获高产，562 井在白垩系获得高产。截止1984 年，累计探明古潜山油藏的含油面积 7.3 平方公里，探明白垩系构造 － 岩性油藏含油面积 2.8 平方公里。

1979 年在石北凹陷北部钻白探 4 井时，发现了下第三系火烧沟组含油层，截止 1984 年探明含油面积 2.1 平方公里。

1982 年全部改为数字地震勘探后，每年完成的剖面公里数逐年提高，目前已达 2000 剖面公里。全盆地达到了详查程度（2×2 公里测网），其中白杨河地区已达精查（1×0.5 公里测网）程度。在石北和大红圈凹陷，已取得了较好的中深层资料，但青西凹陷的中深层资料品质很差。1982 年在石北凹陷钻白南 3 井，在井深 3521 ～ 3534 米赤金堡群浊积砂砾岩体中获得良好的油气显示，初产油每天 2 立方米。

1983 ～ 1985 年在青西凹陷南部钻西参 1 井。在井深 3900 米以下的下白垩统粉细砂岩和泥岩裂隙中，也获得了良好的油气显示，日产油 3 ～ 4 立方米。同时进一步钻探柳 1 井，在相当西参 1 井含油层段之上，又找到了以白云岩为主夹粉砂岩与泥岩的含油层段，获得日产 8 立方米的油流，后经酸化（1987 年），取得明显效果，日产 20 ～ 30 立方米原油。

目前已进入寻找隐蔽油气藏的阶段。

二、地层

酒西盆地是在古生界褶皱基底上发育起来的中新生代沉积盆地，周边古生界广泛出露，构成山脉。

下古生界是一套海相碎屑岩、碳酸盐岩和火山碎屑岩建造，厚度大，分布广。上古生界是一套海陆交互相和陆相碎屑岩、碳酸盐岩建造，厚度小，分布零星。中生界完全是一套陆相碎屑岩成煤成油建造，厚度较大，分布广泛（图 5－1－3）。

根据玉门石油管理局及甘肃省区测二队的研究成果，将盆地及周边地层的研究简历和地层特征，自老至新简述如表 5－1－2，图 5－1－4。

（一）古生界（Pz）

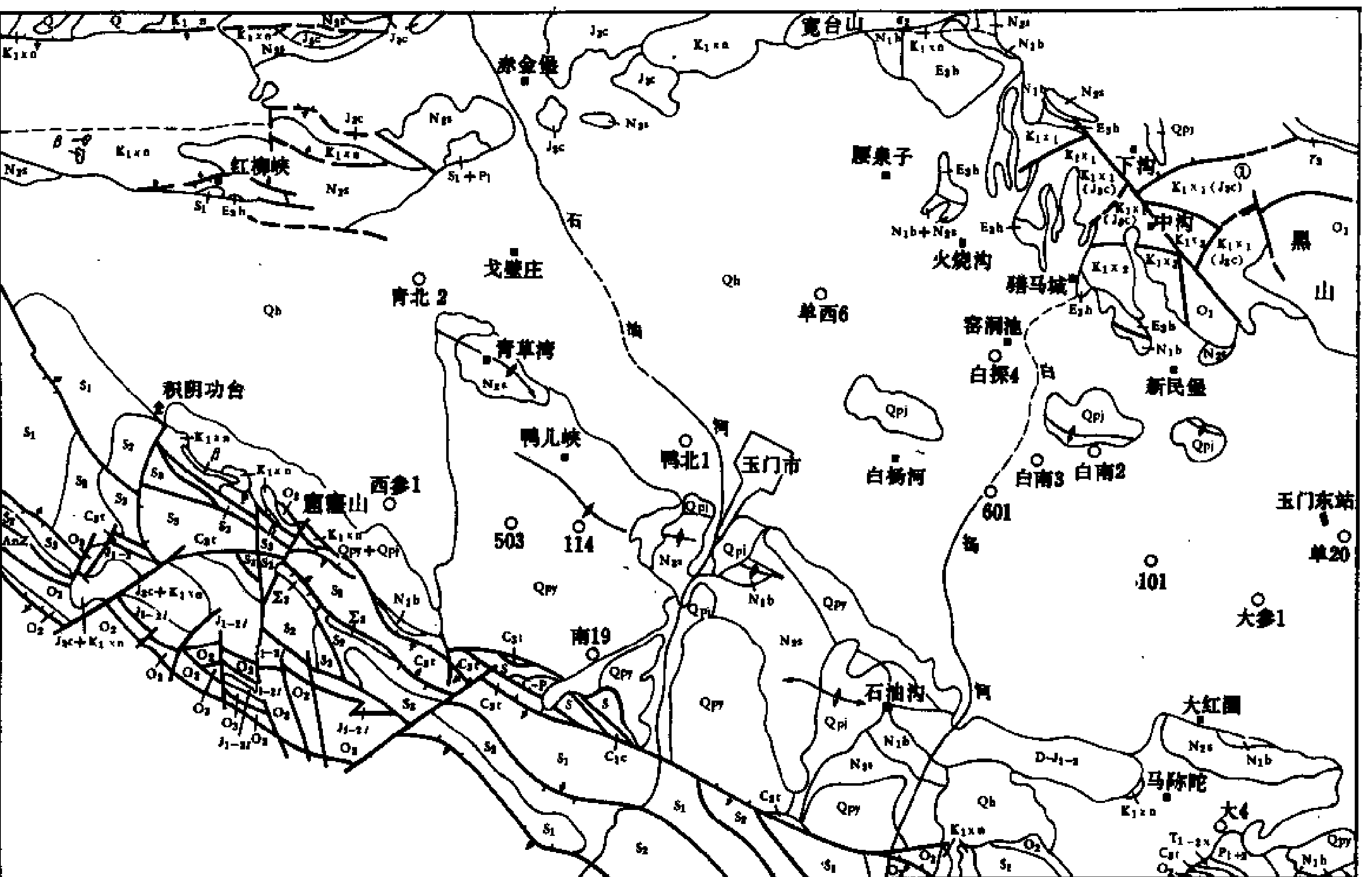


图5－1－3　酒西盆地地质略图

（括号内的地层符号为编者的对比观点）

界	系	统	群	组	代号	厚度（米）	剖面	主要岩性	剖面位置
新生界	第四系	全上更新统						砾石、砂土	
		中更新统		酒泉	Qp_2			暗灰色砾石层夹棕红色及黄色砂条	石油河
		下更新统		玉门	Qpy	641		灰黑色及灰黄色砾岩夹灰色及油黄色砂岩	青草湾
	第三系	上新统		疏勒河	N_2s^3	523		灰黄色、灰色砾岩、砾状砂岩、砂岩夹棕红色泥岩	西沙河青草湾
					N_2s^2	1033		浅棕红色砂质泥岩、泥岩与浅棕红色砂岩、砾状砂岩	青草湾井下
					N_2s^1	339		灰白 色砂岩夹棕红色泥岩及砾石	胳塘沟
		中新统		白杨河	N_1b^3	287		暗棕红色泥岩夹棕红色、灰绿色砂岩	石油沟东
					N_1b^2	161		巧克力色泥岩夹灰白色砂岩及灰绿色砂岩	老君庙井下
					N_1b^1	145		桔红色砂岩夹棕红色泥岩	宽台山
		渐新统		火烧沟	E_3h^3	776		深桔红色砂岩、砾状砂岩与土黄色泥质砂岩	乔家附近
					E_3h^2	132		灰白色砾状砂岩、深质砂岩夹暗棕红色泥岩。	
					E_3h^1	289		棕红色砾岩与深棕红色砂质泥岩互层。	骟马城
中生界	白垩系	下统	新民堡群	中沟	K_1x_2	562		灰黄色、砖红色砾岩、砾状砂岩、砂岩与灰绿色、紫红色、砖红色砂质泥岩、泥质粉砂岩	清泉公社下沟西侧
				下沟	K_1x_1	582		紫红色、灰绿色砂岩、粉砂岩、砾岩与灰绿色、灰黑色泥页岩	
	侏罗系	上统		赤金堡	J_3c	840		褐色、黄色、灰白色、紫红色等砂岩、砾岩、砾状砂岩与灰黑色、灰绿色泥岩、页岩	赤金桥道班附近
		中下统	龙凤山群		$J_{1-2}ln$	1372		绿色砾岩、砂岩、砾状砂岩夹紫红色、绿色、黑色泥岩、砂质泥岩及煤层	旱峡
	三叠系	中下统	西大沟群		$T_{1-2}xs$	1100		浅紫红色砾状砂岩、砂岩夹紫红色泥岩	马莲沟
古生界	二叠系	上统		窑沟	P_2y	557		灰白色、杂色砂岩夹紫红色、灰绿色页岩	东支沟
		下统		大黄沟	P_1d	189		黄绿色页岩及薄层状砂岩	大黄沟
	石炭系	上统		太原	C_3t	191		层色页岩夹灰色砂岩、薄层状灰岩及薄煤层	
		下统		臭牛沟	C_1c	390		棕色薄层状灰岩、黑色页岩夹砂岩	毛不拉
	泥盆系	中下统	雪山群		$D_{1-2}xs$	270		暗紫色砾岩	头道暗子
	志留系	上统		旱峡	S_3h	>2885		紫红色砂岩、粉砂岩夹砂质泥岩与灰岩	石门子沟——旱峡煤矿
		中统		泉脑沟	S_2g	1520		灰绿色、紫红色砂岩、粉砂岩、砂质页岩夹灰岩、凝灰岩、火山岩	
		下统		肮脏沟	S_1z	350—2200		灰色、灰绿色砂岩、砂质板岩夹凝灰质砂岩、有石英钠长斑岩脉、蛇纹岩化橄榄辉石岩等侵入。	
	奥陶系	上统		南石门子	O_3n	>570		灰色灰岩、板岩、砂岩夹绿色层状更长辉绿玢岩、中基性火山角砾岩、碧玉岩等。	东大窑南石门子——阴沟
		中统		妖魔山	O_2y	479—1028		灰色厚层灰岩、薄层灰岩、夹砂岩、板岩、中基性火山熔岩、凝灰岩。	
		下统	阴沟群		$O_{1-2}yn$	2100—3200		灰绿色安山玢岩、粉灰岩、安山质熔岩、角砾岩、玄武玢岩、凝灰碧岩与灰岩、板岩、赤铁矿层和豆状磷块岩	
	寒武系	中塘	香山群		ϵ_2xn	>1500		玄武岩、凝灰岩、熔岩、角砾岩、板岩、灰岩等夹赤铁矿层。	大河沟脑和镜铁山矿区

图 5－1－4 酒西盆地地层柱状剖面图

表 5－1－2　酒西盆地及其周边地层系统表

地层系统						厚度（m）	接触关系
界	系	统	群	组	段		
新生界 Kz	第四系 Q	全新统 Qh					
		上更新统 Qp_3					
		中更新统 Qp_2		酒泉组 Qpj			
		下更新统 Qp_1		玉门组 Qpy			
	上第三系 N	上新统 N_2		疏勒河组 N_2s	牛胳套 N_2s_3	400 ～ 500	
					胳塘沟 N_2s_2	600	
					弓形山 N_2s_1	300 ～ 400	
		中新统 N_1		白杨河组 N_1b	干油泉 N_1b_3	260 ～ 280	
					石油沟 N_1b_2	44 ～ 105	
					间泉子 N_1b_1	100 ～ 140	
	下第三系 E	渐新统 E_3		火烧沟组 E_3h	红柳峡 E_3h_3	776	
					乔　家 E_3h_2	132	
					缮马城 E_3h_1	289	
中生界 Mz	白垩系 K	下白垩统 K_1	新民堡群 K_1xn	中沟组 K_1z	上、下	200 ～ 1300	
				下沟组 K_1x	上、下	200 ～ 1000	
	侏罗系 J	上侏罗统 J_3		赤金堡组 J_3c	上、中、下	521 ～ 1068	
		中、下侏罗统 J_{1-2}	龙凤山群 $J_{1-2}ln$		上、下	234 ～ 1372	
	三叠系 T	中、下统 T_{1-2}	西大沟群 $T_{1-2}xd$			430 ～ 1100	

续表

地层系统						厚度(m)	接触关系
界	系	统	群	组	段		
上古生界 Pz_2	二叠系 P	上统 P_2		窑沟组 P_2y		300 ~ 700	
		下统 P_1		大黄沟组 P_1d		150 ~ 570	
	石炭系 C	上统 C_3		太原组 C_3t	上、下	192	
		下统 C_1		臭牛沟组 C_1c		390	?
	泥盆系 D	中、下统 D_{1-2}	雪山群 $D_{1-2}xs$			270	
下古生界 Pz_1	志留系 S	上统 S_3		旱峡组 S_3h	未分	>2885	
		中统 S_2		泉脑沟组 S_2q	上	730	
					下	790	
		下统 S_1		肮脏沟组 S_1a	未分	350 ~ 2200	
	奥陶系 O	上统 O_3		南石门子组 O_3n	未分	>570	盆地周缘出露
		中统 O_2		妖魔山组 O_2y	未分	479	
		下统 O_1	阴沟群 O_1yn	未分	上、下	2100 ~ 3200	
	寒武系 ∈	中统 $∈_2$	香山群 $∈_2xn$	未分	上、下	>1500	

（一）古生界(Pz)

寒武－奥陶系的论述参见第三章地层部分，这里不予重复。

1．志留系(S)

(1)研究简史

1948年尹赞勋和王尚文确定玉门地区有早、中志留世存在；1957～1958年尹赞勋等根据笔石化石，将志留系划分为下统——肮脏沟统，中统——泉脑沟统，上统——旱峡统；1958年张文堂等在旱峡、肮脑沟、窟窿山口建立了下志留统笔石带。1959年第一届全国地层会议将北祁连山志留系统一划分为：下统——肮脏沟组，中统——泉脑沟组，上统——旱峡组。

(2)分布及岩性特征

下统肮脏沟组(S_1a)：

见于红柳峡、五华山、榆树沟山一带。盆地南部肮脏沟、旱峡一带也有广泛分布。岩性主要为暗灰色、灰色砂岩、粉砂岩与砂质页岩、板岩互层。富含笔石，如泉脑沟山剖面，

肮脏沟组自下而上可划分为下、中、上三个岩性段，相应有三个笔石带，即 *Spirograptus turriculatus* 带，*Streptograptus crispus* 带，*Monoclimacis griestoniensis* 带。厚350 ~2200 米。

中统泉脑沟组(S_2q)：

1946 ~ 1951 年王尚文建立志留纪泉脑沟系，1959 年第一届全国地层会议定为中统泉脑沟山群，60 年代玉门石油管理局习惯用"泉脑沟组"，1969 年甘肃省区测二队改为泉脑沟山组或泉脑沟山群。

惯组主要分布在盆地南北边缘地区，出露广泛。盆地南部丘陵 带井下亦见其分布，如鸭儿峡基岩油藏的储油层即为泉脑沟组。为一套浅海相沉积建造，上段"杂色层"即紫色、紫灰色和灰色粉细砂岩、砂质页岩与泥灰岩、石灰岩互层，为主要储油层段。该段含笔石、珊瑚和腕足类化石。厚 730 米。下段"绿色层"为灰绿色泥岩、页岩与砂岩互层夹石灰岩，含石燕化石，厚 790 米。在北祁连山区，泉脑沟组厚度大于 2800 米。含化石，下段以 *Favosites* 为主，中段以 *Mesofavosites, Favosites, Parastriatopora* 组合为标志，上段以 *Syringopora, Mesofavosites, Palaeofavosites* 为主。

上统旱峡组(S_3h)：

1946 ~ 1951年王尚文厘定"旱峡系"的时代为泥盆纪。1956 年中国地质学储辑委员会和中国科学院地质研究所编制的中国地层表中，将"旱峡系"划入泥盆纪。1958 年尹赞勋等将"旱峡系"的时代划归晚志留世。1959 年第一届全国地层会议定名"旱峡群"。1976 ~ 1980 年甘肃省区测二队在《甘肃省地质图矿产图说明书》和《西北地区区域地层表甘建省分册》中称为旱峡组(群)，玉门石油管理局应用旱峡缘一名。

本组仅见于北部祁连山旱峡煤矿和泉脑沟山一带，出露较全。岩性以紫红色粉砂岩、细砂岩和砂质页岩为主，夹灰绿色钙质粉砂岩、泥灰岩。下段含大量珊瑚、腕足类和海百合等化石。属海退相沉积腕造。厚度大于 2885 米。整合于中志留统之上。

盆地南北边缘志留系广泛出藏，呈北西西向展布。向盆地中部，地层变新，构成复向斜。因此，志留系是构成酒西盆地基底的主要地层之一。截至 1984 年，有一百多口井钻人盆地基底，如老君庙构造上的 DH－4 等井，鸭儿峡地区的鸭 114 等井，鸭北凸起上的单西 6 等井，北部单斜带上的白探 1、白南 2、单 20、嘉 1 等井。截据岩性对比，均为灰绿色、紫红色的变质粉细砂岩和千枚岩，确定为志留系，但峡乏化石依据。

2．泥盆系雪山群($D_{1-2}xs$)

(1)册究简史

1942 ~ 1946 年，黄汲清将"老君山砾岩"置于泥盆纪。1953 年 103 队于中宁县烟突山该地层中采将斜方薄皮木，将其归人缘泥盆世，同年斯行健鉴定了局和仪在该地层中采得的峡物古鳞木化石(*Leptophloeum rhombicum Dawson*)确定为晚泥盆世的标准化石。

(2)分布及岩性特征

主要岩性为紫红色砾岩、砂岩、粉砂岩夹薄层泥灰岩，属磨仪石建造和河湖相粗碎屑腕造。露山群在截区仅见于北祁连山西段头道绿子、安门沟西侧一带，出露汲为零星。岩性为紫红色砾岩夹粉细砂岩，厚 270 米。砾石大小不一，最大砾径 10 厘米以上，分选很差。不整合于下奥陶缘阴沟群之上。盆地内青头山南也有零星出露的紫红色中厚层较粗砂岩，岩石坚硬，从颜色上看，与上述砾岩相同。过去曾将它划为沙流水群(D_3sh)，现在根据岩性对比，暂归于雪山群。

3．石炭系(C)

(1)研究简史

1893年奥地利人L.V.洛采在甘肃山丹羊虎沟煤矿测过剖面。

1926年李四光根据袁复礼所采得的蜓科化石命名为"羊虎沟系"，时代为中石炭世。

1936～1942年，孙健初将石炭系划为早石炭世臭牛沟系，中石炭世羊虎沟系，石炭二叠纪"俄博系"。

1944年，曾鼎乾和黄汲清调查了甘肃西部中、晚石炭世地层，并测制了甘肃玉门、嘉峪关、山丹、永昌等地的剖面，对比后，指出孙健初的"俄博系"相当于华北的"太原系"，认为无开创新名之必要。1959年第一届全国地层会议上将太原系改为太原群。1979年全国地层会议改为太原组。

(2)分布及岩性特征

下统臭牛沟组(C_1c)：

仅见于盆地南部丘陵带南缘的毛不拉沟一毛海头沟地区，受北西西向断层控制，出据根其零星。为海陆交互相沉积，厚390米。岩性以奥色页岩为主夹泥灰岩、石灰岩、砂岩及薄煤层，底部有黄褐色，棕色砂砾岩和砾岩。页岩和石灰岩中含断足类、腕足类、珊瑚和俄物化石等。定其时代为早石炭世。

上缘太原组(C_3t)：

分布于盆地南部丘陵带的大黄沟、毛不拉沟、窟窿山口和青头山一带，盆地北部榆树沟山北也有零星出露。太原组在本区分布较臭牛沟组广泛，但厚度仅190米。也受北西西向断层控制，呈窄带状展布。为海陆交互相沉积。上部岩性为灰黑色炭质页泥岩、页岩、石灰岩夹薄煤层、煤线和砂岩、砾岩。下部为灰色、灰黄色砂岩、砂砾岩夹断砂岩和煤线。泥岩和泥质粉砂岩中含腕足类和植物化石，蜓类有：*Pseudoschwagerina* sp.，*Quasifusulina* sp.等，腕足类有：*Dictyoclostus* cf. *taiyuanfuensis*(*Grabau*)，*Chonetes* cf. *latesinuata Schellwien* 等。

鸭西527井钻遇太原组，灰色砂岩储油，有一定的产油能力。

4．二叠系(P)

(1)研究简史

1936～1942年，孙俄初在甘肃玉门市大黄沟地区将二叠系命名为"大黄沟系"，在肃南榆木山南窑沟地区，将二叠一三叠系命名为"窑沟系"。50年代期间，玉门石油管理局习俄用大黄沟组和窑沟组之名。

(2)分布及岩性特征

下统大黄沟组(P_1d)：

见于盆地南部丘陵带，东起大黄沟，西至肮脏沟均有出露，受北西西向断裂控制，呈窄带状分布，石油沟至老君庙一带并下见有分布。盆地北部广泛缺失，仅在五华山一地有零星出露。

1945年，王尚文将五华山的这套地层划归中石炭统羊虎沟群。1969年区测二队采树化石，有腕足类：*Aulosteges* cf. *grangeri* (Grabau)，*Geyerelle exgr*.，*Liosotella magniplicata* (Huang)，*Schellwienella crenistria* var. *senilis* (Phillips)，*Dictyoclostus* sp.，*Choristites* sp.零。其中许多属种与内蒙哲断组相近，其时代可能为早二叠世。

以甘肃省玉门市镜铁山公路大山口道班西侧剖面为代表，岩性为灰绿色、灰白色、紫红色含砾砂岩、砂岩夹粉砂岩、页岩、泥岩、泥灰岩和薄煤层、煤线。下粗上细为正旋回沉积，属平原河流相，产多量植物化石。在大黄沟剖面大黄沟组中采将棕物化石有：*Sphenophyllum* sp.，*Pecopteris* sp.等，厚150～570米。

上统窑沟组(P_2y)：

分布同大黄沟组，代表剖面亦同上。岩性为杂色(灰白、灰绿、紫色)砂砾岩、石英砂岩和泥页岩互层，夹有酸性火山凝灰岩，厚300～700米。含少量植物化石。在白杨河及大山口剖面采得植物化石 *Cladophlebis* ? *nystroemi* Halle.。与上覆地层为假整合或整合接触。

上古生界石炭、二叠系广泛出露于盆地南部丘陵带，而盆地北部五华山和榆树沟山仅见零星出露，据此推测盆地内各凹陷中有其分布。石北凹陷地震资料Ts层上部的一组大倾角强反射就可能是石炭、二叠纪地层。

(二)中生界(Mz)

本区中生代地层包括三叠系西大沟群至白垩系新民堡群的全部地层，是酒西盆地重要生油储油层系。

1．三叠系中—下统西大沟群($T_{1-2}xd$)

(1)研究简史

1936～1942年孙健初创立"西大沟系"，先定其时代为二叠—三叠纪，后改定为三叠纪。1964年全国地层会议文献统一为"西大沟群"，时代为早—中三叠世。

(2)分布及岩性特征

仅见于盆地南部丘陵带石油沟至小红沟一带，其中马弥驼至白杨河间最厚达1100余米，一般厚400～700米，为洪积—河流相粗碎屑沉积。岩性为浅紫红色、灰白色砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩、砂岩夹紫红色泥岩。无化石。砂岩胶结疏松、物性好。大型交错层理非常发育。与上覆地层为不整合接触。

2．中、下侏罗统龙凤山群($J_{1-2}ln$)

(1)研究简史

1936年孙健初将甘肃靖远县大水头东打拉池一带的龙凤山煤系地层命名为"龙凤山系"。1942年定其时代为早侏罗世。

1951年王尚文认为龙凤山系与三叠纪西大沟系为连续沉积，怀疑龙凤山系在本区的存在，并将该含煤层系命名为中侏罗统"红沟系"，同时将"博罗砾岩"定为晚侏罗世(表5－1－3)。

1953年玉门石油管理总局张俊杰等在龙凤山系中采得许多植物化石：*Coniopteris hymenophyllojdes*, *Cladophlebis* sp., *Sphenopteris* sp., *Phoenicopsis* aff. *angustifolia* 等。定其时代为早中侏罗世。

(2)分布及岩性特征

主要分布在盆地的南部，玉门市马弥陀、青头山、旱峡煤矿和肮脏沟等地，老君庙井下也有分布，但盆地北部及中央覆盖区井下均未发现这套地层。

龙凤山群上部为紫红色砾岩及砂岩、粉砂岩、泥岩，含大量植物和孢粉化石，厚230～700米。下部为灰色、灰绿色砾岩、砾状砂岩、砂岩夹黑色泥岩和煤层，富含植物化石。多年来采得的化石有：*Coniopteris tatungensis* (Sze), *C. burejensis* (Zal.), *C. hymenophylloides*, *Brengniartites*, *Cladophlebis tsaidamensis* (Sze), *Phoenicopsis* sp., *Eladocladus* sp., *Podozamites lanceolatus* (H. et L), *Ginkgoites* sp., *Sphenopteris* sp. 等。厚度大于1000米。龙凤山群为山麓洪积—河流沼泽相粗碎屑沉积建造。煤层可供开采，属无烟煤。

3. 上侏罗统赤金堡组(J_3c)

(1)研究简史

表5-1-3 酒西盆地侏罗、白垩系划分命名变革表

系	统	孙健初 1936~1942	王尚文 1946~1951	玉门局 1953~1956	徐仁 1956~1974	侯祐堂 1958~1959	顾知微 1962~1979	斯行健 1964	王水 1965	甘肃省区测二队四分队 1971	甘肃省区测二队八分队 1975~1979	玉门石油管理局研究院 1981~1985
上覆层位		白杨河系	甘肃系	火烧沟组	玉门砾岩	火烧沟组						
白垩系	下统	宁远堡系 K	上惠回堡系 K_2	上惠回堡系 K_2	上新民堡群 K_{1-2}	上新民堡群 K_1	上惠回堡系 $K_?$；惠回堡群 J_{2-3}	惠回堡群 K_{1-2}	上新民堡群 K_2	上新民堡群；上组、下组	新民堡群；中沟组、下沟组	新民堡群 K_1xn；中沟组 K_1z
白垩系	下统		下惠回堡系 K_1	下惠回堡系 K_1	下新民堡群 K_{1-2}	下新民堡群 K_1	下惠回堡系 $K_?$		下新民堡群 K_1	下新民堡群 J_3	低窝铺组 J_3	下沟组 K_1x
侏罗系	上统		赤金堡系和博罗砾岩 J_3	赤金堡系 J_3	?	赤金堡群 J_3	赤金堡系 J_3	赤金堡群 J_{2-3}	赤金堡群 J_3 或 K_1	赤金堡群 J_3	赤金桥组 J_3	赤金堡组 J_3c
侏罗系	中下统	龙凤山系 J_1	红沟系 J_2	龙凤山系、博罗砾岩 J_{1-2}			龙凤山系、博罗组 J_{1-2}	龙凤山群 J_{1-2}		龙凤山群 J_{1-2}	博罗群 J_2；大山口群 J_{1-2}	龙凤山群 $J_{1-2}ln$
下伏地层		西大沟系			窑沟群		西大沟系			西大沟群	西大沟群	西大沟群

1942年孙健初将本区龙凤山系之上、白杨河系之下的地层命名为白垩纪宁远堡系和白垩—第三系青土井系。孙健初指出，宁远堡系在本区出露有两处，即赤金北山和宽台山北。

1946～1951年王尚文将宁远堡系之下部"赤金堡系"和"博罗砾岩"，定其时代为晚侏罗世；上部为惠回堡系。

1960年李永汉等将赤金堡系改为赤金堡群。

1976年甘肃区测二队牛绍武等在玉门市赤金桥剖面和下沟剖面上，划分出"赤金指组"和"低青健组"，指指狼鳍鱼、三尾拟蜉蝣和东方叶肢介等热河群化石，定其时代为晚侏罗世。

1981～1982年玉门局研究院勘探室路指良等与中国科学院南京地质古生物研究所马其鸿协作，对酒西盆地的上侏罗统—下白垩统进行古生物地层层序划分与对比研究，指出孙健初的宁远堡系自下而上有三个沉积旋回、两套化石组合、一个假整合或不整合接触关系，并将下旋回划为赤金堡组(J_3c)，中、上旋回分别划为下沟组和中河组。

(2)分布及岩性特征

赤金堡组在盆地北部广泛分布，西起红柳峡，东至指树沟山地区，剖面厚度大，发育较全。以赤金桥和下沟剖面为代表，赤金堡组自下面上由粗变细构成一个沉积旋回，可细分为三个岩性段(图5－1－5 图5－1－6)。



图5－1－5 甘新公路赤金桥道班东1.5公里赤金堡组剖面图

据甘肃省区测二队实测剖面(1976)修改



图5－1－6 玉门市清泉公社下沟东侧赤金堡组剖面图

据甘肃省区测二队实测剖面(1976)修改

下段(J_3c_1)：厚270～550米。为紫红色厚层砾岩及砾状砂岩与紫红色含砾砂岩互层。砾石或分以石英岩、脉石英、燧石和硅质白云岩(石灰岩)为主，也有少量砂砾岩砾石。砾石呈浑圆状，分选极差，为紫红色砂泥胶结。砂砾岩中见块状层理、粒序层理和楔状交指层理等。沉积相类型属洪积扇。

中段(J_3c_2)：厚100～380米。下部为灰黄色、灰白色砾状砂岩、含砾砂岩与细砂岩、粉砂岩互层。上部为砂岩与灰黑色泥页岩、泥灰岩、生物灰岩、粉砂岩互层。泥页岩和灰岩中化石丰富。如含有中华弓鳍鱼、东方叶肢介、三尾拟蜉指等热河群生物化石。

上段(J_3c_3)：厚130～290米。下部为灰褐色、灰黄色砾岩、砾状砂岩与深灰色、灰砾色泥岩、粉砂岩互层。砾石成分以硅质岩、石英岩、花岗岩为主。砾石呈圆状，分选极差。砂砾岩中有大型斜层理。上部为灰蜉色、黄褐色砂岩与灰绿色、肃红色泥质细砂岩、粉砂岩、泥页岩互层，夹少量泥灰岩。泥页岩中也含有东方叶肢分、三尾指蜉指等热河群生物化石。

这两个剖面中的赤金堡组中上段含有基本一致的热河群化石，经南京地质古生物研究所和西北地质科学研究所等单位鉴定为，瓣鳃类：*Ferganoconcha* spp.，*Sphaerium jeholense* 等；腹足类：*Bithynia* sp.，*Hipeutis* sp.，*Probaicalia Vitimensis*，*Gyraulus* sp.，*Viviparus* sp. 等；叶肢介：*Diestheria* spp.，*Eosestheria* spp.，*Liaoningestheria* spp.；介形类：*Cypridea* (*Cypridea*) spp.，*Cypridea* (*Cyamocypris*) spp.，*Darwinula* spp. 等；鱼类：*Sinamia* sp.，*Lycoptera* sp.，*Jiuquanichthys* liui sp. nov. 等；昆虫：*Coptoclava longipoda*，*Ephemeropsis trisetalia*，*Chironomopsis gracilis Ping* 等；植物：*Otozamites* sp.，*Podozamites* sp. *Elatocladus* sp.，*Onychiopsis* cf. *elongata*，*Sphenopteris* sp.，轮藻：*Aclistochara* spp.，*Charites xiagouensis S*. Wang，*Tolypella stipitata*，*S*. Wang 等。

赤金堡组在盆地各个凹陷里均有分布，为盆地断陷发育阶段早期的沉积物。赤金堡组沉积早期，洪积—河流相粗碎屑沉积发育，晚期盆地周围地势变平，湖泊形成，水体广布，但陆源碎屑供应不足，因此发育了以黑色泥页岩、轮砂岩和薄层泥灰岩为主体的湖相沉积。

划分赤金堡组与上覆下沟组的依据有：① 赤金堡组含有以粗瓣鱼—东方叶肢介—三尾拟蜉蝣为代表的热河生物群化石组合，与上覆下沟组所含化石组合的面貌有很大的差异。② 赤金堡组与上覆下沟组之间有一个假整合或角度不整合的接触关系，各自形成独立的沉积旋回。③ 下沟组底部砾岩中含有赤金堡组的紫红色砂岩砾石。④ 石北凹陷地震资料 T_9 界面（下沟组底界面）上下分别为两套不同特征的反射波组（面 5－1－7）。⑤ 赤金堡组与下沟组有明显的电性差异，电测曲线显示下沟组有较高的视电阻率和较明显的电位负异常，赤金堡组中上段视电阻率较低，自然电位负异常不很明显。⑥ 中国科学院兰州地质研究所彭作林、冯尚仁、孟自芳等人实测了旱峡和红柳峡剖面的赤金堡群和原下新民堡群下部黑色页岩层的古地磁为正极性，与世界侏罗白垩系标准极性年表对比，认为属上侏罗世，而原下新民堡群上部及上新民堡群为混合极性，认为属早白垩世。

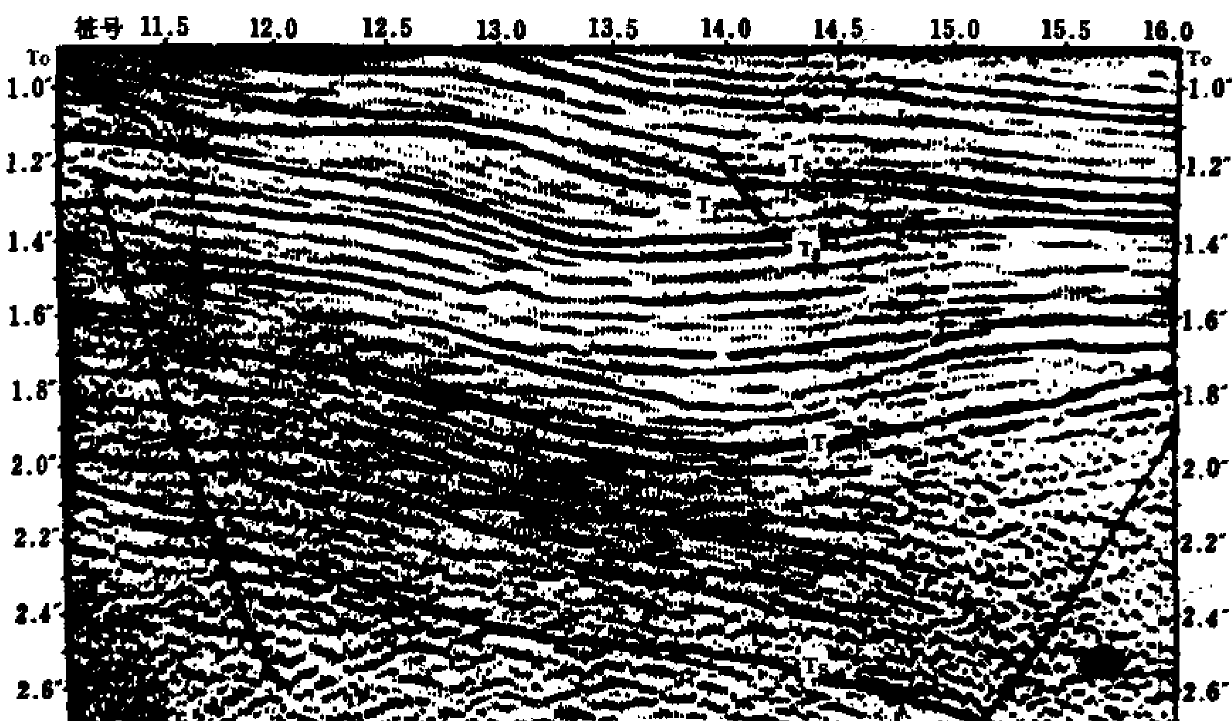


图 5－1－7 J82－119 测线 T_9 上下不整一关系图

4．下白垩统新民堡群（K_1xn）

（1）研究简史

该群的早期研究，在第三章中及本节表5－1－3中已有反映，不再重复。

1973～1976年甘肃省区测队牛绍武等根据化石群对比，并以下沟剖面为标准，将原下新民堡群划为赤金桥组，将上新民堡群划为低窝铺组、下沟组和中沟组。

1981～1982年，玉门石油管理局研究院和南京地质古生物研究所协作，将下沟剖面自下而上划分为赤金堡组、下沟组和中沟组，如图5－1－8、图5－1－9。

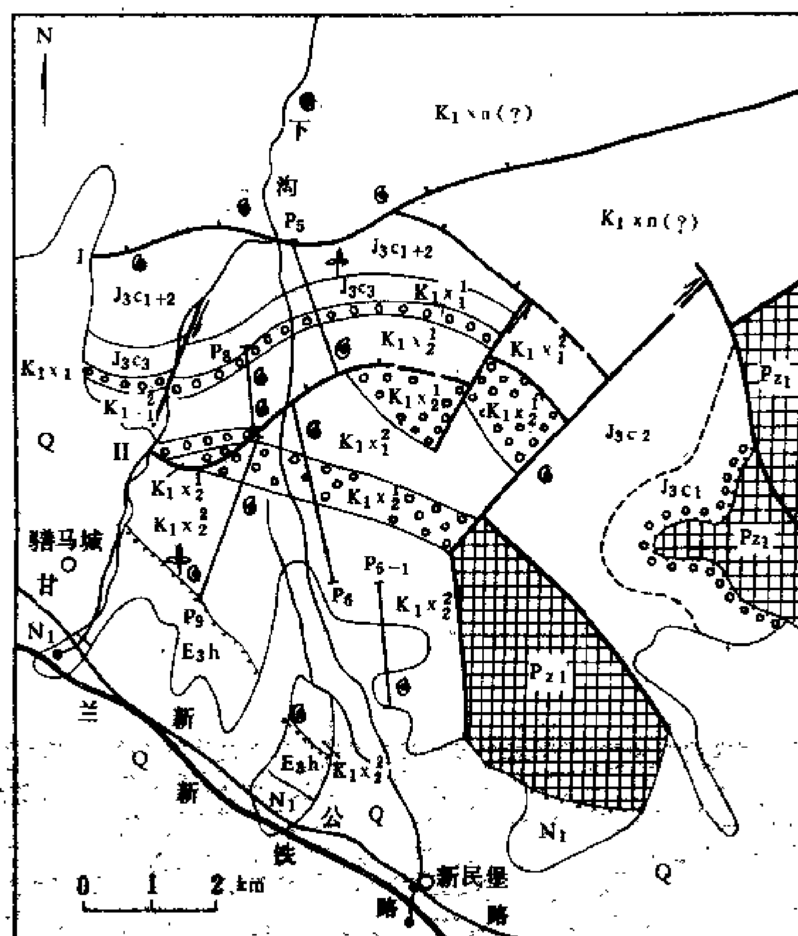


图5－1－8　玉门市新民堡地区地质图

（据甘肃省区测二队1976修改）

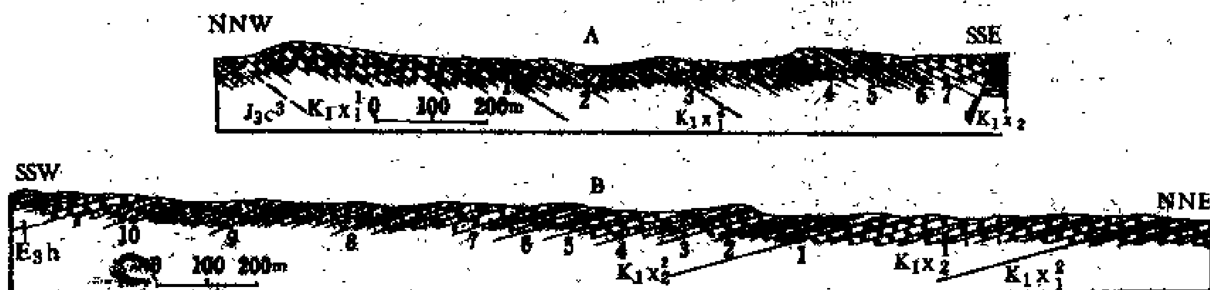


图5－1－9　玉门市清泉公社下沟西侧下沟组

（A）和中沟组（B）剖面素描图

2)分布及岩性特征

下沟组广泛出露于盆地北部，盆内各凹陷中也保留齐全，且岩性变细。盆地南部仅见于旱峡沟东附近。中沟组见于下沟、红柳峡和旱峡等地，盆地内井下也有广泛分布，中沟组和下沟组超覆沉积在基岩凸起之上。下沟组厚 200 ~ 1000 米，中沟组厚度变化大，红柳峡西部地区厚 200 米，新民堡地区厚1300 余米。各组岩性分述如下：

下沟组岩性以下沟和赤金桥西剖面为代表(参见图 5－1－9)。下部为紫红色砾岩层夹紫红色砂泥岩，上部为灰绿色、灰黑色泥岩、页岩、泥质粉砂岩与灰绿色砾岩、砾状砂岩、砂岩互层夹泥灰岩和生物碎屑灰岩。在下沟和红柳峡剖面中，自下而上有粗 —细—粗的沉积特征。泥页岩、泥灰岩 、生物碎屑灰岩中均含丰富的生物化石，如瓣鳃类、腹足类、介形类、叶肢介、轮藻、鱼类和植物等。

中沟组岩性以下沟剖面为代表(图 5－1－9)，下部为巨厚层砖红色、棕红色砾岩夹砂泥岩透镜体。上部为黄褐色长石砂岩、砾状砂岩、砾岩与棕红色砂质泥岩互层，顶部可见灰绿色、黄绿色粉砂质泥岩和灰色、灰黑色砂质页岩。含较多的瓣鳃类、腹足类、介形类、鱼类、昆虫、轮藻、孢粉等化石。

中沟组和下沟组的化石面貌是一致的，根据鉴定有瓣鳃类：*Nakamurania chingshanensis*, *Corbicula* (*Mesocorbicula*) spp.，少量 *Ferganocohcha* spp.，*Sphaerium* spp. 等；腹足类：*Bithynia* sp.，*Bellamya* sp.,*Galba* sp.，*Physa* sp.，*Probaicalia gerassimovi*, *Probaicalia vitimensis*, *Viviparus* sp.，*Amnicola* sp.，*Lioplacodes* sp 等；叶肢介：*Orthestheriopsis liupanshanensis*, *Neodiestheria* sp.,*Yanjiestheria* spp.；介形虫：*Candona* (*Candona*) sp.，*Cypridea* (*Bisulcocypridea*) sp.，*Cypridea* (*Cypridea*) spp.，*C.* (*Ulewellia*) spp.,*C.*(*Cymocypris*) *dorsata xinmingpuensis*, *Darwinula* spp.,*Eucypris infantilia*、*Lecopterocypris infantilis*, *Mongolianella khamariniensis*, *Yumenia* (*Yumenia*) *equimarginata*、Y.(Y.) *Oriformis* 等; 鱼类: *Sunolepis* sp, *Qilianichthys hanxiaensis* sp. nov, *Coccolepis yumenensis*(Liu); 昆虫: *Eurycoleus parvus*、*Glottocoleus lenticulatus*, *Glyptocoleus stellatus*、*Mesocoleus zhonggouense*, *Mesolygaeus* sp.、*Planocoleus ensatus*, *Yumencoleus intermedius*、*Uskatocoleus eurys* 等;恐龙:cf. *Noripterus complicidens*;植物:*Otozamites* sp.,*Cycadites* sp.，*Pagiophyllum* sp.，*Sphenopteris* ? sp. 等; 轮藻: *Aclistochara* spp.，*Charites xiagouensis*, *Clypeator jiuquanensis* 等。

(3)"赤金堡群"与"新民堡群" 时代问题的讨论

1952 ~ 1984 年南京地质古生物研究所、玉门石油管理局 、甘肃省区测二队等单位的古生物专家和地质家们，做了大量工作，积累了丰富的古生物资料和地质资料，开展了赤金堡群和新民堡群的划分、对比及其时代问题的讨论，归纳起来各家意见有三种：

① "赤金堡群" 和"新民堡群"均为晚侏罗世沉积。持这种意见的有顾知微、刘宪亭等。他们根据"热河生物群" 认为赤金堡群与新民堡群可以与我国东北地区的义县组、建昌组、金刚山组、九佛堂组、阜新组对比，时代属晚侏罗世。

② "赤金堡群" 与"新民堡群"时代均为早白垩世。

1956 年徐仁、周和仪认为新民堡群底部应属早白垩世早期，顶部出现的木兰属和胡桃属应属于阿尔卑斯 (K_1^2)至赛诺曼期 (K_2^1)。

1959 年侯祐堂、赖星蓉认为下惠回堡群(即下新民堡群)与"赤金堡群" 的介形类很相似，时代属早白垩世。同年斯行健认为胡桃属不可能在侏罗纪出现。

1965 年王水根据轮藻化石，定"新民堡群" 为早白垩世。

1974 年徐仁、江德昕和杨惠秋根据红柳峡等六个剖面中下新民堡群的孢粉组合特征，认为"下新民堡群" 的地质时代为早白垩世。

③ "赤金堡群" 时代为晚侏罗世，"新民堡群" 时代为早白垩世。

1946 ~ 1951 年王尚文定" 赤金堡群" 时代为晚侏罗世，"新民堡群" 时代为白垩纪(下新民堡群为早白垩世，上新民群为晚白垩世)。

1952 ~ 1984 年玉门石油管理局定赤金堡群为晚侏罗世，新民堡群为早白垩世，但已将下新民堡群底部界线下移了约 200 ~ 400 余米。

1976 ~ 1982 年，张文堂、沈炎彬认为东方叶肢介主要产于"赤金堡群"，时代为晚侏罗世，延吉叶肢介群主要产于"新民堡群"，时代为早白垩世。

1976 年甘肃省区测二队牛绍武等根据化石组合等特征，认为赤金桥组和低窝铺组时代为晚侏罗世，下沟组和中沟组时代为早白垩世。

1981 年，玉门石油管理局研究院通过对比确认赤金堡群的地质时代为晚侏罗世，新民堡群的时代为早白垩世。

1984 年，中国科学院古脊椎研究所马凤珍认为，产酒泉刘氏鱼群的赤金桥组的地质时代为晚侏罗世，产粒鳞鱼一祁连鱼群的新民堡组为早白垩世。

1987 年，玉门石油管理局统层后认为，赤金堡组和下沟、中沟组的时代均为早白垩世，但赤金堡组下部可能为晚侏罗世。

(三)新生界

本区新生界包括早第三系渐新统火烧沟组，中新统白杨河组和上新统疏勒河组，以及第四系更新统至全新统，缺失古一始新统。

1. 下第三系渐新统火烧沟组(E_3h)

(1)研究简史

1942 年孙健初将本区第三纪甘肃系划分为中新统白杨河系和上新统疏勒河系，当时未划分出渐新统火烧沟组。

1946 年司徒愈旺、杜博民等将老君庙井下白杨河系之下的一套紫红色泥砾岩和泥岩，认为是火烧沟组。

1952 年玉门矿务局余伯良把甘肃系自下而上划分为火烧沟组、白杨河组和疏勒河组。

1955 年玉门矿务局地调处与中国科学院联合组成的综合研究队认为，火烧沟组与白杨河组为角度不整合关系。

1957 年玉门矿务局朱国华、霍永录等对比盆地的火烧沟组和白杨河组，指出盆地北部火烧沟、乔家、缮马城、红柳峡一带火烧沟组厚度巨大，细分为下、中、上三部分。并认为老君庙井下没有火烧沟组、而有上惠回堡统。

1969 ~ 1976 年，甘肃省区测二队在火烧沟组中采得哺乳类和孢粉化石，确定为渐新世。

(2)分布及岩性特征

火烧沟组仅分布于盆地北部红柳峡、乔家、缮马城和火烧沟一带，向南厚度减薄并尖灭。厚 250 ~ 1000 米。沉积中心在乔家和红柳峡两地区。白杨河地区井下见有火烧沟组中上部地层。上部红柳峡段(E_3h_3)为紫红色砂质泥岩夹棕红色砂岩、砾状砂岩，砂岩中含钙质结核。中部乔家段(E_3h_2)为灰白色石英砂砾岩夹棕红色泥岩。下部 马城段(E_3h_1)

为紫红色泥质砾岩夹砂泥岩透镜体。砾石成分以深变质的片麻岩、石英片岩、片岩、石英为主，浑圆状，分选极差。本组产孢粉和古脊椎动物化石。

据地质部西北地质研究所报道，在红柳峡产孢粉化石：*Magnoliaceae*, *Ginkgo*, *Pinaceae*, *Ephedra*, *Lycopodium*, *Osmunda*, *Polypodiaceae*[5]。嘉峪关地区产哺乳类化石：*Mimolagus rodens*, *Anagalopsis Kansuensis*。其时代应属晚渐新世。

2．上第三系中新统白杨河组(N_1b)

(1)研究简史

1942 年孙健初创立第三纪甘肃系白杨河系，并自下而上细分为间泉子期、干油泉期和石油沟期。

50 年代玉门矿务局各野外队，对第三纪地层进行了详细的划分、对比和岩相研究，最终统一了全盆地中新统的小层划分，将白杨河系称为白杨河群，自下而上称为间泉子组、石油沟组和干油泉组。油田开发室进一步将间泉子组细分为 *M* 油层、*L*—*M* 夹层和 *L* 油层，将石油沟组细分为 B 层和 C 层，将干油泉组细分为 Kcj 和 *K* 油层。

1957 年朱国华和霍永录等研究指出，白杨河油田间 Ⅰ 和间 Ⅱ 相当于盆地南部的间泉子组，而间 Ⅲ 为火烧沟组上部地层。

1980 年甘肃地层表中将白杨河群改称白杨河组。

(2)分布及岩性特征

白杨河组全盆地均有分布，南厚北薄，为一套河湖相沉积。间泉子段为桔红、棕红色砾状砂岩、砂岩和棕红色泥岩互层，其顶底部均含石膏或石膏结核，厚 100 ~ 140 米。石油沟段为暗棕红色泥岩夹天青色砂岩和石膏，厚 44 ~ 105 米。干油泉段为棕红色泥岩、砂岩和砾状砂岩互层，厚 260 ~ 280 米。白杨河组产孢粉化石：*Lycopodium* sp.，*Podocarpus* sp.，*Dracunculus* sp.，*Compositaceae*, *Polypodiaceae*, *Betulaceae*。

3．上第三系上新统疏勒河组(N_2s)

(1)研究简史

1942 年孙健初创立疏勒河系，自下而上划分为弓形山期、胳塘沟期和牛胳套期。

50 年代玉门矿务局各野外队统一了分层，并改系为群，将疏勒河群自下而上细分为弓形山组、胳塘沟组和牛胳套组。弓形山组又进一步细分为 Nk_b 和 Nk_c 层，其间为泥岩层分隔。

1980 年甘肃地层表上将疏勒河群改为疏勒河组。

(2)分布及岩性特征

全盆地均有分布，东、西部厚，中部薄，沉积中心在红柳峡西南地区。为一套比白杨河组更粗的河湖相沉积。上部牛胳套段为灰黄色砾岩、砂岩夹棕红色砂岩和黄色砂质泥岩，厚 400 ~ 700 米。中部胳塘沟段为棕红色砂质泥岩、砂岩和黄色、灰色砾岩间互层，厚 600 米。下部弓形山段为灰白色厚层砂岩、泥岩夹泥灰岩，底部为灰白色砾状砂岩，厚 300 ~ 400 米。本粗泥岩中产介形类：*Metacypris* sp.，轮藻：*Kosmogyra ovalis*, *Charites huangi*, *Tectochara* spp.；腹足类：*Hydrobia* sp.，*Planorbis* sp.，*Ancyclus* sp.；孢粉：*Enartamisia*, *Seriphidium*, *Gramineae*, *Chenopodiaceae*, *Liliaceae*, *Betulaceae*, *Compositaceae*, *Pinaceae*, *Ephedra*, *Polypodiaceae*, *Lycopodium* 等化石。

4．第四系下更新统玉门粗(Qpy)

(1)研究简史

1942年，孙健初将祁连山北麓的洪积砾石堆积物命名"玉门砾石层"，分 A、B 两期堆积。定其时代为早更新世。

1946年翁文波、李德生、刘增乾研究祁连山西段的古代冰川，认为玉门砾石 A 层和 B 层为二个冰期后的堆积，定其时代为第四纪。

1952年余伯良将"玉门砾石层"改为"玉门砾岩层"，定其时代为晚第三纪。

1976～1980年甘肃省区域地质测量队定玉门砾岩的时代为早更新世，并改名为玉门组。

(2)分布及岩性特征

分布于盆地南部丘陵带，向北厚度减薄并尖灭。上部为砂泥岩夹砂砾岩，泥岩中含腹足类和芦苇化石，属洪积—冲积型。下部为玉门冰期堆积和洪积物，主要为砾岩、砂砾岩夹砂岩透镜体和含砾砂质粘土。总厚200～600米。

5.第四系中更新统酒泉组(Qpj)

1942年，孙健初命名第四系为酒泉砾石层，1980年甘肃地层表上将其改为酒泉组。分布于酒西盆地南北的山前丘陵带。上部为冲积、湖积、冰水沉积层。堆积物为砂砾石和砂粘土，厚度小于250米。下部为洪积层，堆积物为砂砾石夹砂粘土，厚10～30米。

6.第四系上更新统及全新统

(1)上更新统(Qp_3)

常见洪积、冲积层，堆积物为砂砾石及亚砂土、亚粘土，总厚数米到165米。洪积型沉积物构成戈壁滩。

(2)全新统(Qh)

常见风成砂积、坡积、洪积、冲积、湖沼和冰水沉积等。堆积物主要是黄砂、碎石、粘土并淤泥。总厚约100余米。

三、构造

(一)盆地基底结构及构造单元划分

1.1950年以前的认识

1936～1950年，孙健初、侯德封、李四光、黄汲清、李树勋、尹赞勋、王尚文等从区域研究入手，对本区的区域构造、地壳运动、岩浆活动等进行了详细的地面地质调查。他们的认识归纳起来有以下几点：

(1)祁连地槽主要由早、中古生代地层组成，早期海西运动使祁连地槽第一次褶皱回返，中石炭世前第二次回返，黄汲清将祁连山列入华里西褶皱带中。

(2)李四光认为二叠纪和三叠纪之间有"苏皖运动"。孙健初等认为白垩纪与第三纪之间有"合黎运动"。翁文灏将燕山运动分为 A、B 两期，在本区早侏罗世末为燕山运动 A 期，晚侏罗世末为燕山运动 B 期。王尚文等人认为燕山运动在本区有三幕：中侏罗统红沟系与下伏地层之间为燕山运动第一幕，红沟系与晚侏罗世之间为燕山运动第二幕，晚侏罗世与白垩纪之间为燕山运动第三幕。

(3)他们将第三纪末期喜马拉雅运动分为 A、B 两期，疏勒河组沉积后为 A 期，玉门砾岩沉积后为 B 期。喜马拉雅运动造成今日之祁连山和盆地面貌，石油沟、老君庙、鸭儿峡等背斜构造皆于此期形成。

2.50年代的认识

1951～1960年，玉门石油管理局各野外队、综合研究队利用重力、磁力、地震、钻

井和地面地质资料，对酒西盆地的区域构造、基底结构和局部构造取得了以下主要认识。

(1)酒西盆地位于河西走廊过渡带的西端。河西走廊南依北祁连地槽褶皱带，北临中朝地台的阿拉善台隆，为地槽与地台的过渡带，称"前山凹地"或"山前拗陷"(图 5－1－10)，基底为古生界。

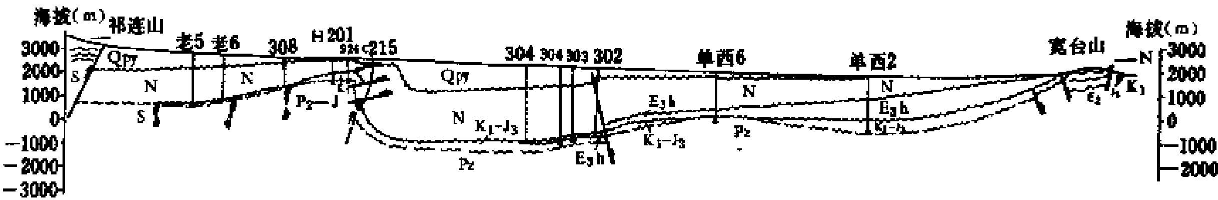


图 5－1－10 酒西盆地老君庙至宽台山构造横剖面图

(2)1952 年，余伯良等根据第三系褶皱的形态和强度，将酒西盆地第三系构造划分为南北两组，南组为强烈褶皱带，北组为平缓褶皱带。1954～1957 年 107 队、108 队，105 队，李德生以及玉门矿务局石油研究所又先后进一步研究，他们的认识可归纳如表 5－1－4。

表 5－1－4 酒西盆地构造单元特征表①

二级构造带	构造特征	例子
南部强烈褶皱带 (地槽斜坡褶皱带)	褶皱强烈，不对称穹状背斜，北翼倾角一般为 60°～80°，南翼倾角一般为 20°～30°；北翼逆掩断层发育，背斜闭合差 200～1000 米，轴面和断面南倾	青草湾、鸭儿峡、老君庙、石油沟，大红圈及窑泉、毛不拉、火石山等构造
中央下沉带 (中央过渡拗陷带)	褶皱微弱，总体为向斜，北、北东向断裂发育，但规模小	三号、一号、四号、六号、十号等构造
北部微弱褶皱带 (陆台斜坡单斜带)	总体为单斜，其上有鼻褶和挠曲，断裂不发育。褶曲幅度小，闭合差 50～100 米，轴面北倾	白杨河、惠回堡、南山、文殊山等表层构造及单西、白杨河第三系鼻褶和挠曲

①根据玉门矿务局 1952～1959 年资料汇编。

他们认为南带中的窑泉、火石山和毛不拉等构造形成于白垩纪前，是较早形成的构造；宽台山和黑山也可能是白垩纪后形成的；石油沟、老君庙和鸭儿峡构造形成于第三纪末；青草湾、大红圈、文殊山等构造为第四纪玉门期形成的。北带中的白杨河、惠回堡、南山等构造属于表皮滑动构造，形成于第四纪酒泉砾石沉积之后。中央带有一系列的重力高，显示可能有潜伏构造存在。

(3)通过对局部构造的钻探及综合研究，认为南带为基岩隆起，中央为拗陷，北部基岩呈斜坡。南部老君庙和石油沟第三系背斜构造与基岩隆起基本一致，而北部地面的白杨河、惠回堡和南山表皮构造与地下第三系白杨河组单斜构造不一致。中央带的 3、1、4、6 号和 10 号构造等都是第三系的潜伏构造。

(4)盆地南部边缘发育有祁连山北麓逆冲断裂和褶皱，走向北西西，断面直立褶皱倒转南倾。常见较老地层向北或北东方向逆冲于较新地层之上，是长期活动的压性或压扭性断裂，它控制着盆地的发育。盆地内还发育有老君庙北翼逆掩断裂和白南断裂，是第三纪末期喜山运动造成的，控制着油气的运移、聚集和分布。

3．70、80年代的划分方案

1975～1984年，玉门石油管理局综合研究队、研究院勘探室根据大量的钻探和地震资料，特别是1980年以来的数字地震资料，认为酒西盆地为北祁连山前不对称拗陷盆地。根据前第三系基底特征及第三系褶皱构造特征，可将酒西盆地划分为四个一级构造单元(图5－1－11)。

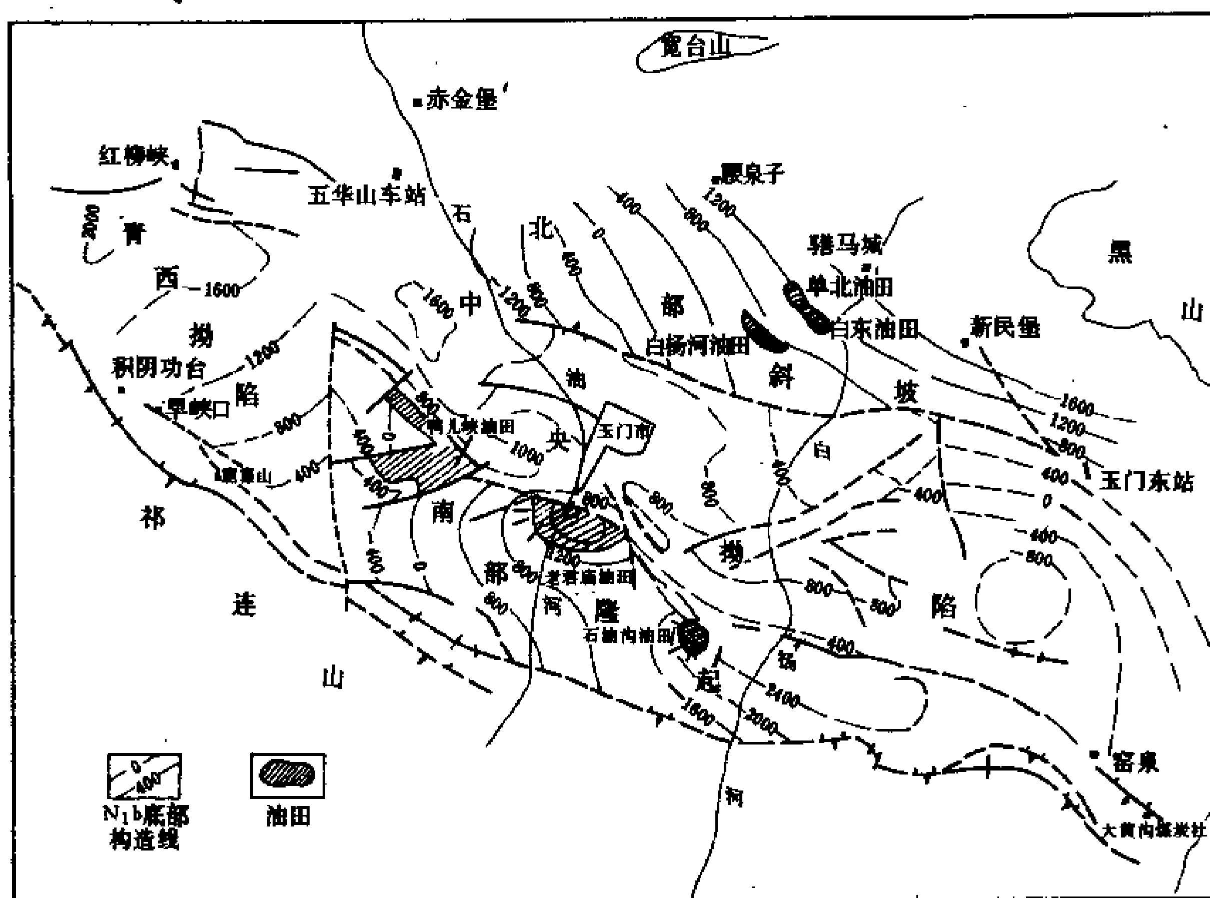


图5－1－11 酒西盆地第三系构造单元划分图

(1)南部隆起：面积约500平方公里，南界祁连山北麓逆冲断裂，北界为老君庙逆掩断裂，西起青草湾，东至窑泉一带。重力和钻探资料证实，该带为基岩隆起，且自东南向西北呈断块台阶式下降，如石油沟背斜基底海拔2500米，老君庙背斜基底为1500米，鸭儿峡背斜为－200米。在这个基岩隆起上，自南面北又发育两排构造，紧临祁连北麓断裂带发育有毛不拉、窑泉等背斜构造，再向北发育有青草湾、鸭儿峡、老君庙、石油沟、大红圈等背斜构造。

(2)中央坳陷：面积约1200平方公里，北界大致以白南断裂为界，向东延至单20井、嘉3井一线，南界与南部隆起相接，西起戈壁庄，东至大红圈，包括戈壁庄、石北和大红圈凹陷，基底海拔 −2500 ～ −3500 米，其间有鸭北和石北凸起分隔。

(3)北部斜坡：面积约500多平方公里，在中央坳陷以北至甘新公路，自单西向东经断民堡至嘉西一带，基底海拔大于 −1500米，显示一个向北东方向抬升的斜坡。在这个斜坡的背景上，第三系为单斜层，发育一系列的鼻褶和挠曲构造，如白杨河鼻褶、嘉西鼻褶等。

(4)西部坳陷：面积约400平方公里，大致在青北2井、红柳峡、积阴功台、窟窿山和青草湾之间。基底埋深推测为7000 ～ 8000米。

1980 ～ 1985年，玉门石油管理局研究院勘探室提出侏罗、白垩系的构造格局与第三系的构造格局是完全不同的。他们认为：燕山运动在本区表现强烈，燕山期在南北向主压应力的作用下，盆地内北西和北东向两组断裂的长期活动，控制着上侏罗—下白垩统的沉积，控制着盆地早期发育的过程，形成了一系列的断陷和凸起，如青西、石北和大红面(大北)凹陷，其间为鸭北、石北凸起所分隔(图5−1−12、图5−1−13)。鸭北和石北凸起是与盆

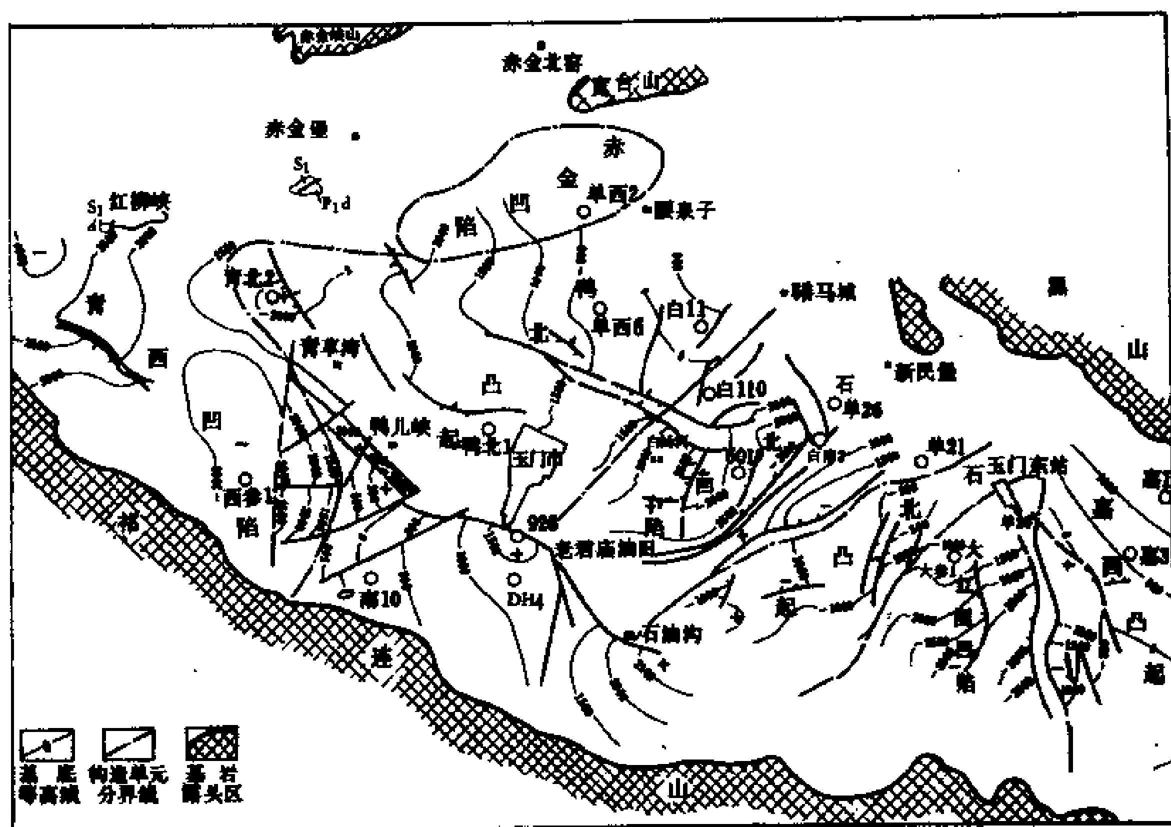


图5−1−12 酒西盆地前第三系构造分区图

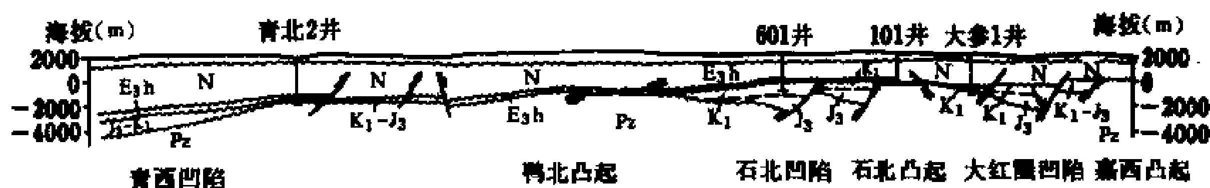


图5−1−13 酒西盆地青西—大北区域剖面图

地南部隆起相连接的半岛式凸起。石北和大红圈凹陷为掀斜式断陷; 东断西超; 青西凹陷是西南断，东北超的断陷。早期燕山运动在本区表现为断块升降活动，形成了凸凹相间的构造格局。凸起上，侏罗、白垩系沉积很薄或缺失，而凹陷中沉积巨厚。各层组之间表现为假整合或微角度不整合接触。燕山运动也使上侏罗统、下白垩统形成平缓的褶皱，这些褶皱与断层配合，可以形成一系列断褶构造，如鸭西断块、天生桥背斜、泉北构造等。

(二)局部构造特征及分布规律

自1938年孙健初细测老君庙和石油沟构造后至1949年，发现第三系和第四系的地面构造10个；1955～1956年发现第三系潜伏构造10多个；1984年，玉门石油管理局地调处和研究院利用数字地震资料，发现侏罗系、白垩系和第三系的主要潜伏构造17个，其中可靠、较可靠的有8个(表5－1－5)。

这些局部构造在平面上的展布具有分带性。自南而北地层褶皱强度由强变弱，形成时期由老变新，这些局部构造有规律的分布，组成了盆地的二级构造单元。

1．南部老君庙背斜带

为祁连山前强烈褶皱带，紧临祁连山北麓出露一排背斜构造，核部地层为古生界，轴面向南或南西倾，南北翼均遭受南西倾的迭瓦状逆冲断层的破坏，构造已不完整，可能形成于海西—印支期。大红圈至青草湾一带，发育了另一排背斜构造，由第三系组成，皆为不对称背斜，北陡南缓，南翼5～40度，北翼60～80度，轴面南西倾，北翼被老君庙逆掩断层切割，但保存较好，其中鸭儿峡、老君庙和石油沟是盆地主要的含油构造。他们形成于喜山晚期，但青草湾构造比较平缓，形成于早更新世玉门期。

2．中央向斜带

此带位于背斜带的北侧和西侧，沉积盖层总体上为一向斜，褶皱比较微弱，但也发现有小型穹窿背斜，如柳沟庄、柳东、泉北、天生桥和大红圈一号构造等。这些构造形成于早白垩世末至第三纪末。

3．北部单斜带

上第三系为南西倾的单斜层，其上发育有阶梯状断层和反向断层，构成许多断块，有的因断层活动，第三系产生了鼻状和挠曲构造，如白杨河鼻褶、单北—白东断块等，它们形成于第三纪末期。第三系之上发育有第四纪的表皮滑动构造，如白杨河、惠回堡和南山背斜构造，轴面北倾，南陡北缓，南翼4～19°，北翼2～4°，但南山构造是北翼陡(46～84°)，南翼缓(7～9°)。

(三)盆地形成和演化

晚加里东构造运动使下古生界地层褶皱回返，构成了盆地的基底。

该区未见中石炭世的沉积晚石炭世为海陆交互相砂砾岩、泥页岩和石灰岩间互沉积，并夹煤层；二叠纪起海水退出本区，转为陆相沉积，河湖相碎屑岩发育。

早三叠世沉积为典型的河流相碎屑岩建造，三叠纪晚期强烈隆起，缺失晚三叠世沉积。早中侏罗世的龙凤山群不整合于西大沟群之上(图5－1－14)。

燕山运动在本区可分为早、中、晚三期：

早期(J_{1-2})：侏罗纪前，祁连山和宽台山、黑山已具雏型，山间发育有一系列盆地，由于地壳北升南降，在玉门市马弥陀、大山口和旱峡煤矿等地沉积了含煤的龙凤山群。中侏罗世末期，燕山运动第一幕发生，龙凤山群强烈褶皱，地层直立或倒转，并遭受强烈剥蚀，致使龙凤山群分布零星。

表 5-1-5 酒西盆地潜伏构造圈闭评价表

圈闭编号	位置	层位	圈闭类型	闭合面积 (km^2)	闭合幅度 (m)	储集层环境特征	目的层深度 (m)	钻探情况	圈闭可靠程度
石北1号	J83-15测线18桩号附近	T_5	断块	6.3	150	洪积相	2700	未钻井	较可靠
石北2号	J82-31与83-12交点附近	T_5	断鼻	1.7	50	洪积相	2925	未钻井	不可靠
石北3号	白南6井区	T_7	断块	3.1	400	河流相	1800	无显示	较可靠
石北4号	601井区	T_7	断鼻	2.1	125	湖　相	2100	无显示	较可靠
石北5号	601井东	T_7	断鼻	2.1	150	湖　相	2100	未钻井	较可靠
石北6号	T82-224测线3.0桩号附近	T_8	穹窿	1.0	75	滨浅湖相	2550	未钻井	不可靠
石北7号	S82-2与S82-19相交处	T_9	断鼻	1.3	350	深湖相	1975	未钻井	不可靠
石北8号	J82-115与S82-2相交处	T_9	断鼻	0.6	175	深湖相	2125	未钻井	不可靠
石北9号	J82-119测线17.5桩号附近	T_9	穹窿	2.3	50	深湖相	2625	未钻井	不可靠
石北10号	J82-27测线19.0桩号附近	T_9	断鼻	0.9	125	洪积相	3200	未钻井	不可靠
石北11号	S82-9测线11.0桩号附近	T_5	潜山	2.0	450	裂　隙	3325	未钻井	较可靠
石北12号	J82-25与J83-16相交处	T_5	潜山	5.3	125	裂　隙	3775	未钻井	不可靠
石北13号	J82-17测线23.0桩号附近	T_5	潜山	7.5	100	裂　隙	3225	未钻井	较可靠
石北14号	J82-23测线25.5桩号附近	T_5	潜山	1.0	50	裂　隙	4350	未钻井	不可靠
石北15号	J83-8测线34.0桩号附近	T_5	潜山	6.5	150	裂　隙	3150	未钻井	不可靠
鸭北1号	J82-11测线19.5桩号附近	T_5	潜山	6.4	100	裂　隙	3450	未钻井	较可靠
青北1号	青北2井区	T_5	断鼻	5.5	100	洪积相	3250	无显示	较可靠
		T_5	潜山	12.5	200	裂　隙	3700	无显示	较可靠

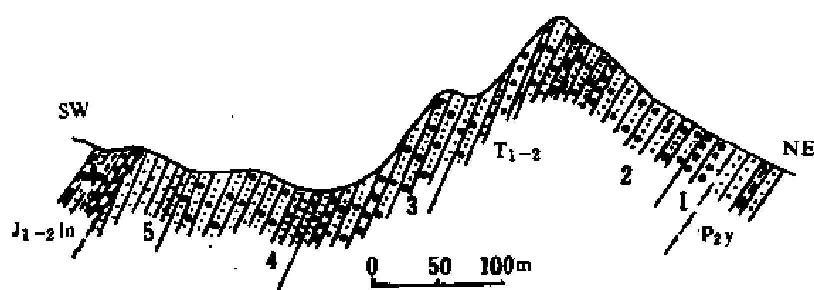


图 5－1－14 大山口J_{1-2}ln、T_{1-2}、P_2y 接触关系图
(根据区域测量报告玉门市幅，1969)

中期(J_3— K_1)：晚侏罗世，盆地进入了断陷发育阶段。周边的逆冲断层控制盆地的展布。盆地内同生断层控制赤金堡群的沉积。早期断裂活动强烈，形成高差悬殊的地形，在多物源、多水系的条件下，发育了洪积—河流相的粗碎屑岩建造。发展情况见图 5－1－15。

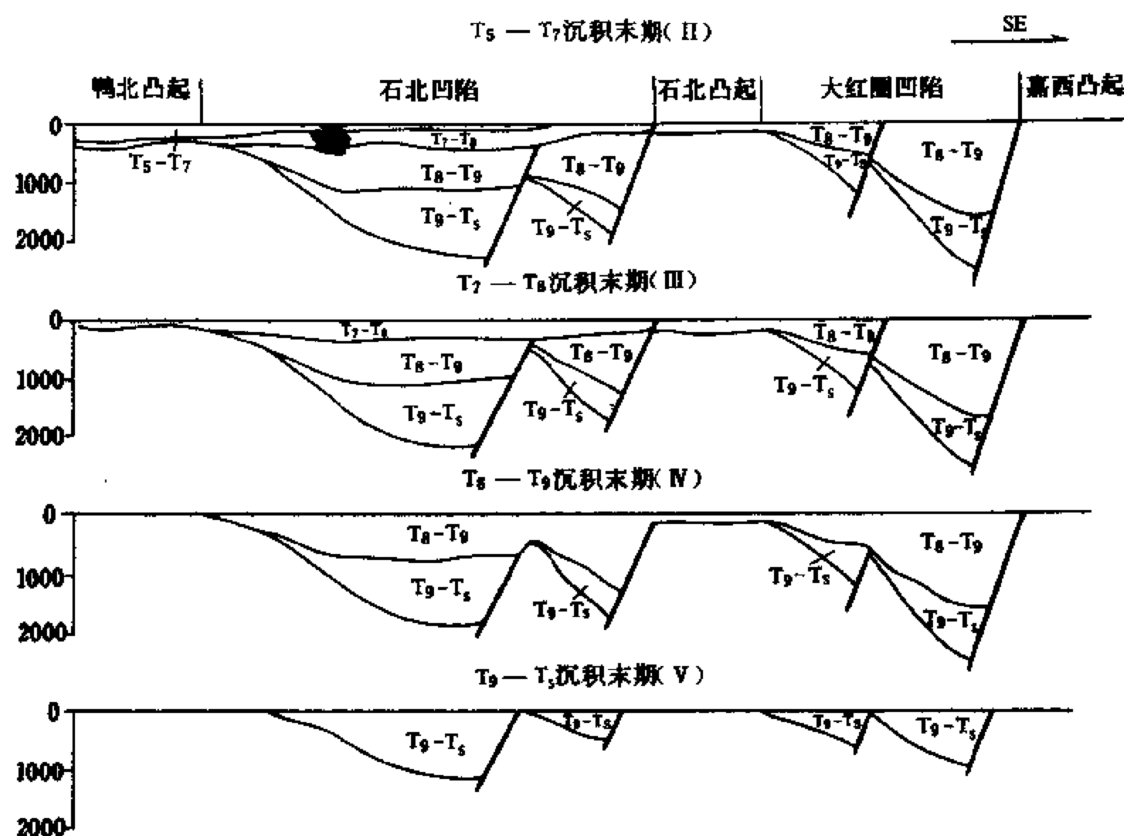


图 5－1－15 酒西盆地石北、大北凹陷构造发育史图
1— T_5～T_7,相当 E_3h； 2 —T_7～T_8，相当于 K_1x_2；
3— T_8－T_9，相当于 K_1x_1； 4— T_9～T_S，相当于 J_3c

晚期盆地稳定下沉，湖水扩展，发育了湖相砂泥岩建造，晚侏罗世末期，燕山运动第二幕，赤金堡组断裂和褶皱，并遭剥蚀。下白垩统假整合或不整合于赤金堡组之上(图 5－1－16)。

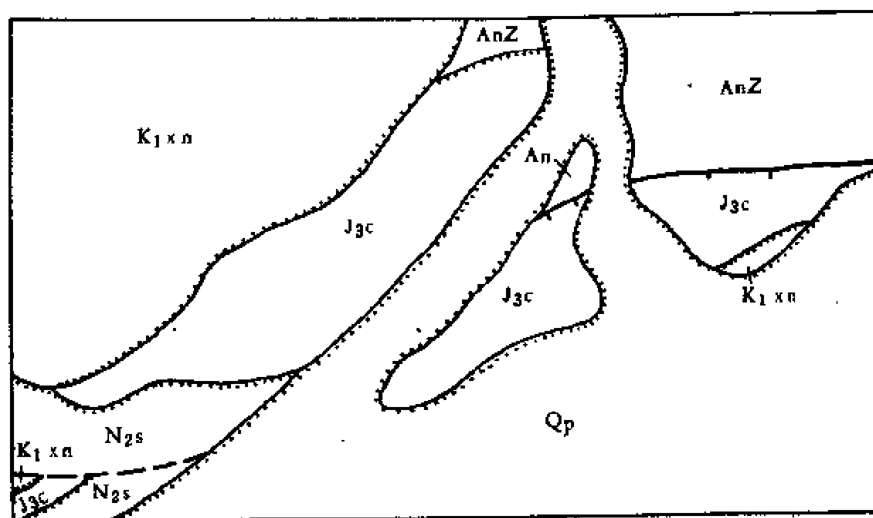


图 5－1－16 赤金桥地区J_3c与AnZ、K_1xn与J_3c不整合关系平面图

（根据区域测量报告玉门镇幅 1971）

早白垩世，地壳运动强烈，形成了下沟、中沟组两个沉积旋回，每一旋回的底部为红色砾岩层，其上发育湖相和河流相砂砾岩和砂泥岩建造。早白垩世末期燕山运动第三幕结束了断陷湖盆的发育历史，晚白垩世本区强烈隆升，缺失上白垩统至始新统沉积。

晚渐新世，祁连山抬升，北侧形成山前拗陷。在南北向主压应力作用下，盆地的发展经历了三个阶段。渐新世(E_3)：盆地南升北降，在北部堆积了洪积相火烧沟组，而盆地南部缺失。中新世(N_1)：盆地南拗北抬，南部沉积了厚达500余米的河湖相红色碎屑岩，而中央和北部沉积较薄。上新世(N_2)：祁连山强烈抬升，沉降中心北移，在中央拗陷区，疏勒河组厚达1300～3000米，均属河湖相的粗碎屑岩建造。

由于印度板块与中国板块的强烈碰撞，祁连山向北推挤，在盆地的南部形成了强烈的褶皱带和逆掩断层带，在盆地的中央和北部区，褶皱变弱，形成了向斜和单斜构造。

第四纪(Q)：早更新世，祁连山再次强烈隆升，致使在南部山前带，堆积了巨厚的洪积型，冰积型玉门砾岩层。中更新世，盆地南北山地继续隆升，酒泉砾石层遍布盆地。至全新世，盆地发育成现今的地貌状态。

（四）构造运动及其对油气聚集的控制作用

地壳运动控制着盆地的发生、发展和消亡，构造运动最终形成的二级构造和三级构造单元控制着油气的运移和聚集。

1. 主要构造运动的讨论

酒西盆地的形成与发展主要经历了燕山和喜山两个构造旋回期，因此燕山运动和喜山运动是最主要的构造运动。

（1）燕山运动

燕山运动在本区共分三幕，早中侏罗世与晚侏罗世之间为第一幕，表现为两者之间的区域不整合；龙凤山群褶皱强烈，地层直立；在边缘地区，赤金堡群超覆不整合于前震旦系

或古生界之上(图5－1－17)。晚侏罗世与早白垩世之间为第二幕，表现为两者之间的假整合或角度不整合；下白垩统底部厚层红色砾岩沉积，覆盖于赤金堡群不同层段之上，并含赤金堡群的砂岩砾石。早白垩世与第三纪之间发生燕山运动第三幕，形成明显的角度不整合(图5－1－18)，白垩系为潮湿气候下的河湖相沉积，第三系是干燥气候环境下的红色沉积。燕山运动的另一个特点为有基性玄武岩的喷发。旱峡、积阴功台和红柳峡等地的玄武岩，在侏罗—白垩系中顺层、切层或沿赤金堡组与新民堡群之间喷溢(侵入)。1983年，玉门石油管理局研究院勘探室所采旱峡和红柳峡的玄武岩，经北京二机部用K—Ar法测定其绝对年龄近一亿年左右，标志着它是燕山运动或喜山运动的产物。(但中国科学院兰州地质研究所林禾杰等研究指出：酒西盆地有两期玄武岩喷溢，经贵阳地球化学研究所用K—Ar法测定，第一期年龄为60～67百万年，第二期为50～58百万年。因此，他们认为是喜山运动的产物。

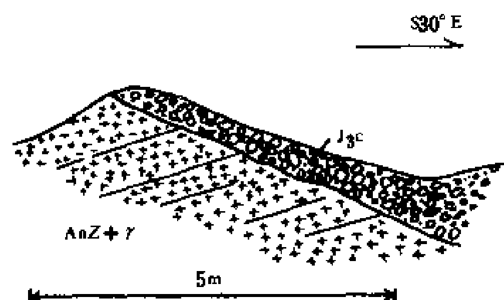


图5－1－17 赤金峡西J_3c与AnZ接触关系图

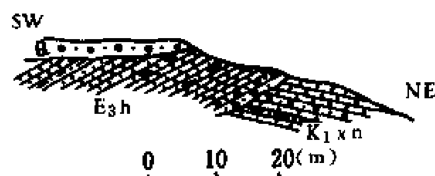


图5－1－18 火烧沟E_3h与K_1xn接触关系图
(根据区域测量报告玉门市幅，1971)

(2)喜山运动

喜山运动亦分三幕，第一幕在始新世末，本区为隆升剥蚀阶段，未接受沉积。第二幕在渐新世与中新世之间，表现为角度不整合(图5－1－19)。火烧沟组沉积局限于盆地北部和中央部分地区，白杨河组超覆沉积于下伏地层之上。第三幕在上新世与更新世之间，两者为角度不整合关系，(图5－1－20)。

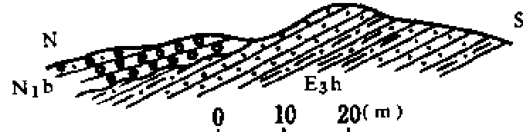


图5－1－19 青山沟N_1b与E_3h不整合素描图
(根据区域测量报告玉门镇幅，1971)

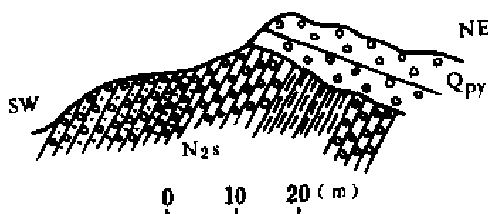


图5－1－20 石油沟北红沙沟Qpy与N_2s接触关系图

2．构造对油气聚集的控制作用

(1)一级构造单元对油气的控制作用

盆地的负向一级构造单元，即青西和中央坳陷，基底埋深大，沉积岩厚度大，是侏罗、白垩系生油凹陷分布的主要地区。侏罗、白垩系厚度大于3500米，暗色泥岩、页岩累计厚度大于1000米，上覆第三系和第四系总厚大于2500米。暗色泥页岩富含生物化石，有机质丰富，保存条件好，向石油转化的程度高。因此，是区域性的油源区。

盆地的正向一级构造单元，即南部隆起和北部斜坡，是区域性隆起区，基底埋深浅，沉积盖层厚度小，往往缺失某些地层，它是油气运移、聚集的总方向。在这个单元上，发育的一个或几个正向二级构造带是油气聚集的有利地区。

(2)二级构造单元对油气的控制作用

上侏罗—下白垩统沉积时，北东向基底断裂转化为同生断裂，盆地南部的基岩隆起已经存在，侏罗、白垩系各个层组逐层超覆其上，当第三系沉积终了时，青西、石北等凹陷成熟的油气将通过凹边断裂和不整合面以及区域性渗透性砂层，向基岩潜山方向运移，并在不整合面上、下的有利圈闭中聚集，形成古潜山油藏或地层-岩性油藏。如鸭儿峡古潜山油藏、鸭西白垩系构造-岩性油藏和石炭系地层不整合油藏。因此，基岩隆起是油气运移、聚集的主要方向，凹边隆起也是油气聚集的场所。

喜山运动使第三系形成了南部背斜带、中央向斜带和北部单斜带三个二级构造单元，其中南部背斜带和北部单斜带是位于生油凹陷两侧的正向二级构造单元，它们皆是油气运移、聚集的主要方向和场所。酒西盆地已探明的储量几乎全部集中在这两个复合油气聚集区。

负向二级构造单元，即中央向斜带，第三系也发育有背斜等构造，其下为侏罗、白垩系凸凹相间的亚一级构造单元。在凹陷中，断陷陡坡一侧，上升盘是物源区，下降盘发育着一系列的洪积扇、湖滨冲积扇和湖泊浊积扇等，这些砂砾岩体与较深—深湖相的生油岩呈指状交叉或居其中，具有良好的自生自储组合关系。如白南3井白垩系含油砂砾岩体，鸭西白垩系洪积扇岩性油藏。断陷缓坡一侧紧临凸起，侏罗、白垩系逐层超覆于凸起之上，河流相、三角洲相发育。因此，这里有超覆不整合和岩性尖灭圈闭，是油气聚集的场所。

(3)三级构造对油气聚集的控制作用

三级构造是指背斜、向斜、鼻褶和断块等局部构造，它们是油气聚集的最小构造单元。无论在正向二级构造带上还是在负向二级构造带上，只要在油气运移之前或同时形成的局部构造，并具有良好的圈闭条件，又在油气运移的通道上，就能形成各种成因类型的油藏，如老君庙第三系背斜构造，闭合度达800～1000米，闭合面积28平方公里，储集层是间泉子段的K、L和M层，形成了典型的背斜构造油藏。

四、沉积相

(一)第三系沉积相

1．研究简史

1957年之前，一般根据岩性认为第三系为河流—湖泊相沉积。

1957年，陈宗清、朱国华在"西部酒泉盆地第三纪矿物分布规律及沉积源向的研究"一文中，对其沉积源向进行细致的分析和总结，为以后沉积相的研究提供了一定资料。

研究结果认为，第三系各组段的沉积物均来自盆地南、北两个物源区，沉积物的过渡带基本上在青草湾，三号、一号及白杨河构造以北一带。盆地边缘山区的母岩主要是古生代变质岩、碎屑岩和火成岩，其次为中生代的碎屑岩。

1959年，曹得安、陈溥鹤、谢庆生在"酒泉西部盆地第三系储油层岩相变化及构造研究"一文中，对酒西盆地第三系白杨河组下部及火烧沟组储油层的岩相变化进行了分析，认为火烧沟组为山麓河流相堆积，白杨河组为干燥气候环境下的内陆湖泊相沉积。整个盆地分为三个带，即：南带，分布有白杨河、疏勒河组，其中间泉子段为湖心与边缘过渡带沉积；中带为沉积中心区；北带，第三系发育全，火烧沟组为河流相，白杨河组为湖相过

渡带沉积。

他们依据红柳峡、宽台山、黑山地区剖面及部分钻井资料，将火烧沟组分为三个单元，白杨河组间泉子段也细分为三个单元进行岩相变化分析，指出火烧沟组岩相如下：

E_3h_1：山麓相—砾石、泥岩组合。

E_3h_2：河流相—砂岩和泥岩组合。

E_3h_3：河流相—砾石和砂岩组合。

白杨河组沉积期，酒西湖泊经历了形成、发展和衰退的全过程，间泉子段为湖泊相沉积主体，其发麓阶段为：

N_1b_1 早期（相当于 *M* 层）：湖盆产生时的块状粗砂岩组合，属淡水 — 微咸水阶段。

N_1b_t 中期（相当于 *L－M* 夹层）：湖盆发展时期，含碳酸盐岩石组合，属微咸水—咸水阶段。

N_1b_t 晚期（相当于 *L* 层）：湖盆衰退期，含硫酸盐岩石组合。属湖水强烈蒸发阶段。

间泉子段相带的分布特征如下：湖缘区为砾岩及砾状砂岩，北部乔家—青山沟一带由较粗的棱角状砾岩、砾状砂岩组咸。南部边缘相因大断层切割，已不完整，但在臭水沟等地区也见有角砾岩沉积。

过渡带分布于北带和南带，南带间泉子段砂岩为第三系主要储油层。

湖心区以块状细—中粒砂岩为主。盆地西端青单湾地区以泥岩为主。

1966 年，莫志普在“酒泉西部盆地第三系间泉子组储油条件研究”一文中，在承认间泉子段为湖相沉积的基础上，进一步细分了五个亚相带。

(1)浅湖亚相带：分布于单西、三号地区及青西地区。单西地区为棕红色泥岩，下部含石膏砂岩；青西地区为灰绿色泥岩，具平行细层理，层状石膏发育，反映为沉积中心。

(2)浅湖滨湖过渡亚相带：分布于单西—青西凹陷边缘与大红圈北沉积凹陷边缘。为砂泥岩互层，泥岩均为棕红色，含石膏与钙质结核。

(3)滨湖亚相带：广布于盆地中部与南北两带，砂质岩含量在 70% 以上，夹棕红色泥岩，含钙质结核。

(4)湖成三角洲亚相带：位于北部边缘的乔家、砚瓦山以及盆地南部的老君庙、羊蹄沟等地，砂质岩含量在 90% 以上，呈舌状向湖盆内突出，为砾岩、砾状砂岩和粗砂岩组合。

(5)边缘亚相带：位于湖盆边缘，相带狭窄，岩性粗而混杂，厚度较小。

第三系白杨河组间泉子段发育的四个三角洲砂岩体（图 5－1－21）特征如下：

老君庙三角洲砂岩体：东西长 40 公里，北至玉门市—石北一带，南界被祁连山断层所切，保存面积 600 平方公里，为由石油沟向青草湾呈南东—北西向伸展的扇状砂岩体。

单蹄沟三角洲砂岩体：面积约 400 平方公里，岩性为砂岩、砾岩与砾状砂岩，无泥岩，夹石膏层，厚达 199 米，北至文殊山北部。

乔家舌状三角洲砂岩体：面积约 150 平方公里，在乔家一带岩性粗，为砾状砂岩和砾岩，砾径可达 20 厘米，呈半棱角状，为湖成三角洲相沉积，向南至单西 3、单西 4 井一带，砂岩缺失。

砚瓦山砂岩体：面积约200 平方公里，由北向南延伸。在砚瓦山、南山地区，岩性粗，为砂岩体后座；向南 101 井一带，砂体厚 47 ～ 56 米，为砂岩体前缘带；以东地区砂岩厚为 70 ～ 90 米，为砂岩体核心部分。南部边缘与老君庙砂岩体相接，为沉积交替过渡带。

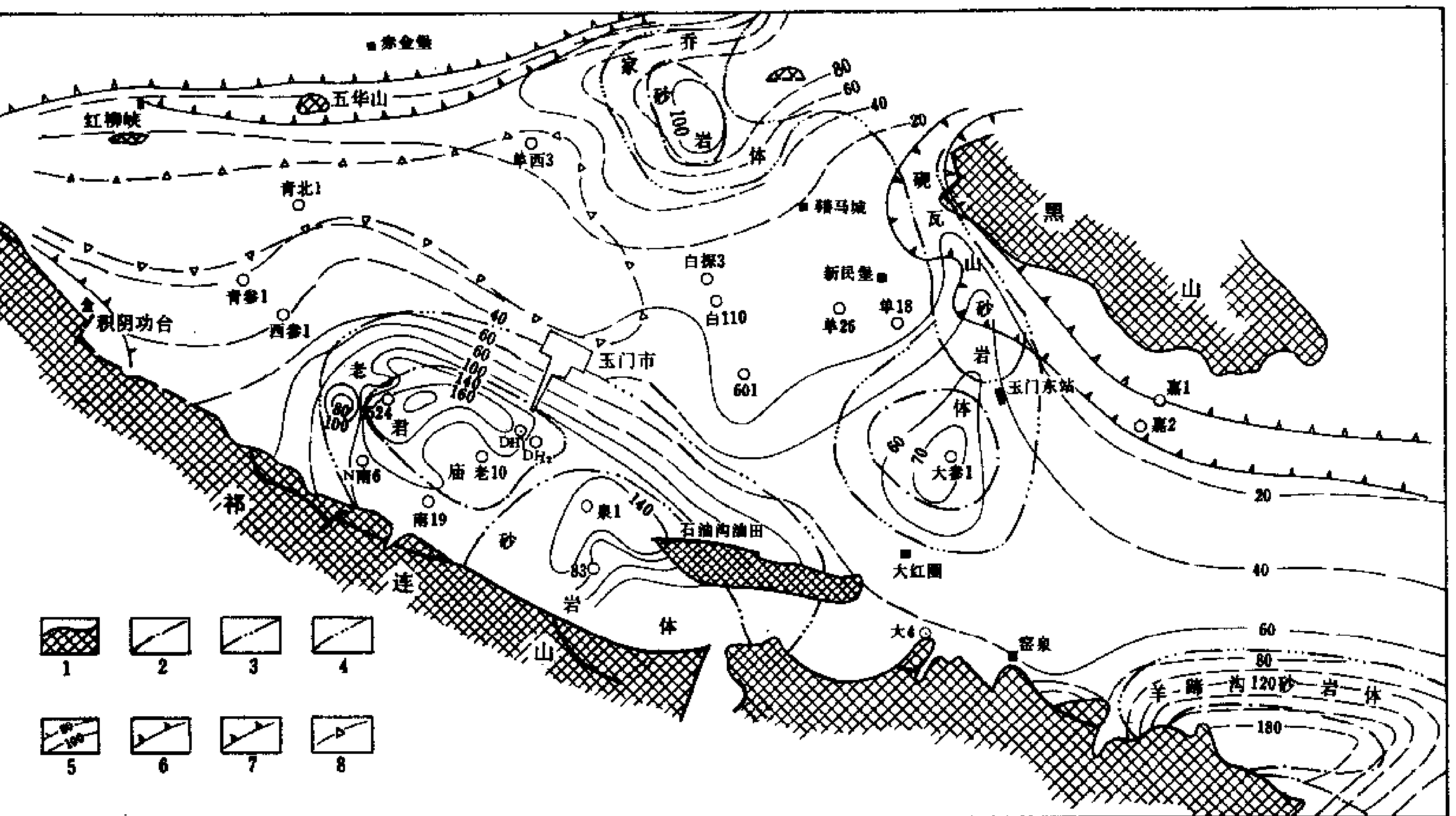


图5－1－21　酒西盆地白杨河组间泉子段厚度及砂岩体分布图

1—基岩露头；2—砂岩体核心；3—砂岩体后座；4—砂岩体前缘带；5—砂岩等厚线（米）；6—间泉子组尖灭线；7—间泉子组剥蚀线；8—砂岩尖灭线

整个单斜带隆起，坡度平缓，造成一个长舌状三角洲砂岩体。

1978 ~ 1982 年，玉门石油管理局研究院晁吉俊等人，整理分析了岩心、测井、粒度等三个方面的八项资料，对第三系白杨河组间泉子段 L 油层沉积相进行了研究，相继撰写了“酒泉西部盆地老君庙油田 L 油层沉积相研究”、“石油沟油田 L 层沉积相研究”、“鸭儿峡油田 L 层沉积相研究”和“酒泉西部盆地第三系 L 油层沉积模式”等文章。研究结果认为，老君庙背斜带 L 层砂体是古石油河形成的，在石油沟地区为冲积扇，在老君庙—鸭儿峡地区为辫状河、三角洲沉积复合体。

1981 ~ 1983 年，玉门石油管理局研究院梁焕珠根据岩性、粒度、物性、孔隙结构和电测资料，对老君庙油田 M 层进行了沉积相研究，撰写了“老君庙油田 M 油层粒度岩性沉积亚相的研究”和“老君庙油田 M 油层冲积扇研究”等文章。认为 M 层为受季节性控制的冲积扇沉积，其中 M_1、M_2 为扇中亚相沉积，M_3 为扇顶亚相沉积。

1984 年，玉门石油管理局研究院朱福量在“酒西盆地北部单斜带下第三系火烧沟群中上组(Eh_{2+3})砂体成因之探讨”一文中，对石北地区第三系进行划分与对比，根据岩性、粒度、构造和电测曲线等资料，对火烧沟组进行了沉积相分析。由下至上将火烧沟组划分为 E_3h_1、E_3h_2、E_3h_3 三个沉积单元，其砂岩体成因类型为冲积扇和辫状河流沉积。每个段的沉积特征和分布如下：

E_3h_1 为干旱炎热气候条件下、由间歇性洪流形成的冲积扇沉积。扇首位于北部骟马城至新民堡一带，向石北、大北展布，在单 20、101、303 井一带尖灭。剖面底部为棱角状砾岩、粗砂岩夹泥质粉砂岩，见递进层理、块状层理，为泥石流沉积；中部为含砾砂岩、砂质泥岩，为主槽、漫洪沉积；顶部为砂岩、泥质砂岩，具斜层理，夹砾状砂岩，为辫状河流沉积。

E_3h_2 为发育在 E_3h_1 冲积扇上的辫状河流沉积。乔家、火烧沟一带为其上游沉积，石北地区为中下游沉积，其岩性为浅红、灰白色块状砂岩；粗砂岩、砾状砂岩、泥质砂岩，具平行层理、槽状斜层理和冲刷面构造。

E_3h_3 为干旱气候条件下的冲积扇沉积。扇根在乔家地区，扇中在单西地区，辫状河发育在三号构造区，向南至庙北 1 井以南逐渐尖灭。岩性为桔红色砾状砂岩、含砾砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩，均为块状层理，含泥球、钙质结核及石膏。

1985 ~ 1986 年，北京大学地理学系地貌与第四纪地质教研室周慧祥、王乃梁和杨景春等，收集野外和钻井资料，整理分析了七项资料，应用电子计算机等方法处理，编写了“酒西盆地火烧沟群沉积相及油气远景评价研究成果报告”一文，其沉积相研究成果于下文详细论述。

2．主要层段的沉积相

(1)沉积相地层单元的确定

酒西盆地第三系火烧沟组 E_3h_{2+3} 和白杨河组 N_1b_1 为主要储油层段，其沉积相地层单元划分如下：

火烧沟组以火烧沟剖面为标准剖面，自下而上划分为 E_3h_1、E_3h_2、E_3h_3 三个岩性段，以岩性段为单元进行全区沉积相分析，并对白杨河油田单井进行相分析。

白杨河组 N_1b_1 段分为 M、L— M、L 三层，其中 M、L 为主要储油层。老君庙油田 M 油层为块状砂岩、砾状砂岩，按岩性、电性和物性分为三个小层，自上而下为 M_1、M_2、M_3，作为沉积相研究单元；老君庙油田 L 油层是一套棕红色陆源碎屑沉积，沉积旋回明显，

构成正旋回，据岩性和电性分为六个砂层组二十个小砂层。自上而下六个砂层组为 L_1、L_{1-2}、L_2、L_3、L_4、L_5，其中 L_4、L_5 仅分布在老君庙油田西部，其它砂层组全区皆有分布。鸭儿峡油田 L 油层的划分与老君庙油田基本一致。根据开发注水实践，证明各小砂层基本连通，是油水运动的最小单元，说明为同一时期沉积，以小砂层作为油层沉积相研究的最小单元。

石油沟 L 层为块状冲积扇砂岩体，内部无稳定的泥岩隔层。从冲积扇的机理出发，一次大的洪水期就是一个沉积单元，其小层特点如下：

① 洪水初期，水量大，搬运能力强，沉积物较粗，故小层底部为砾岩、砾状砂岩等，具冲刷面构造。

② 应该形成一个由粗到细的正韵律层。

③ 顶部有涓流形成的细粒沉积物，辫状河平原的泥质岩类。

据岩性和物性的韵律性、粒度资料、电测曲线，对石油沟油田 341 口井进行对比划分，将 L 层划为 $L_{上}$、$L_{下}$二套岩性组合。$L_{上}$可分为三段，$L_{下}$也分为三段和六个小层。小层为一次洪水期的沉积物，因此是最小沉积单元。

(2)沉积相类型

① 沉积古地理、古气候分析

早白垩世末期燕山运动结束了白垩纪断陷湖盆的发育历史。至第三纪渐新世时期，由于受喜山运动的作用，老的北西西向断裂复活，新的北西西向断裂产生，从而进入了山前拗陷盆地的发展时期。

渐新世时，在盆地北部赤金峡、宽台山、黑山一带，地形较高。其南部红柳峡 — 赤金峡地区为洼地，鸭北地区盆地中部形成较缓的平台区。古河流及间歇性洪流由乔家地区向南— 南西延伸，注入盆地。

中新世时，盆地南拗北抬，且为东高西低的不对称拗陷盆地。水体扩大，湖泊形成，沉积中心南移，有三个沉积较厚区，即大红沟、鸭老地区和北部乔家地带，最厚达 400 米；盆地西北部、中部和东部较薄，在骟马城地区缺失。

上新世时，北祁连山抬升强烈，沉积中心向北迁移。盆地南北高，中央低，形成疏勒河组河湖交替相的土黄色粗碎屑岩，厚达千余米。

由此可见，盆地南北山区皆为第三系沉积时的物源区。

第三纪时，酒西盆地气候干旱、半干旱和炎热，从渐新世到上新世，盆地的沉积演化经历了山麓冲积、堆积到河湖交替沉积的过程，其沉积相类型受古地理环境和古气候控制。通过沉积相分析，恢复第三纪古气候恢据如下：

A．红色内陆碎屑岩建造(即棕红色、桔红色碎屑岩岩类)，为典型的干旱气候环境下的产物。

B．第三系所含孢子花粉组合，蕨类植物孢粉为 *Lycopodium*（石松孢属）、*Polypodiaceae*（水龙骨科）、*Osmunda*（紫萁科紫萁属）；裸子植物孢粉为 *Podocarpus*（竹柏科）、*Ginkgo*（银杏科银杏属）、*Ephedra*（麻黄科麻黄属）；被子植物孢粉为 *Betulaceae*+ *Salicaceae*（桦科 + 柳科）、*Compasitae*（菊科）、*Magnoliaceae*（木兰科）。上述孢粉组合，反映本区属北温带、亚热带气候，特别是裸子植物麻黄科麻黄属和被子植物菊科的存在，进一步说明本区为半干旱、干旱气候条件的干草原，半荒漠地区。

C．第三系岩石普遍含石膏和钙质结核。白杨河组发育有咸湖相的石膏层，河流冲积扇

相中钙质结核发育。石膏和钙质结核反映为干旱气候、咸水介质环境。

D．砂岩中粘土矿物以蒙脱石为主，次为伊利石，高岭石含量很少（表5－1－6），蒙脱石反映为干旱、半干旱气候环境。

表5－1－6 第三系粘土矿物对比表

层位 / 粘土矿物	火烧沟组			白杨河组（M层）			白杨河组（L层）			
	E_3h_1	E_3h_2	E_3h_3	M_3	M_2	M_1	L_4	L_3	L_2	L_1
蒙脱石（%）	$\frac{56.25}{66.88}$	71.18	$\frac{51.6}{67.2}$	38.0	55.3	59.43	36.93	38.63	43.38	43.49
伊利石（%）	$\frac{34.75}{20.63}$	22.0	$\frac{26.8}{10.2}$	37.26	28.20	28.95	44.52	48.51	46.49	46.29
高岭石（%）	$\frac{8.88}{12.5}$	6.91	$\frac{15.2}{3.2}$	24.73	16.67	13.62	19.23	12.88	11.54	11.16

E．对火烧沟组岩石进行地球化学分析，反映气候和水体咸化程度的地球化学指标值较高（表5－1－7），说明当时气候干旱、水体咸化程度高。

表5－1－7 火烧沟组化学成分对比表①

地化指标 / 层位	SiO_2/Al_2O_3	Sr / Ba	Rb (ppm)	Pb /Ga	K_2O (%)
E_3h_3	4.21 ~ 4.32	0.42 ~ 0.77	37.1 ~ 77.7	2.64 ~ 5.29	1.57 ~ 1.87
E_3h_2(下)	4.44 ~ 4.88	0.71 ~ 1.91	102.4 ~ 134.1	6.21 ~ 8.28	2.01 ~ 2.39
E_3h_1(下)	4.05 ~ 4.76	2.4 ~ 2.75	97.1 ~ 156.3	6.31 ~ 9.83	2.51 ~ 2.83
		0.64 ~ 2.48	58.2 ~ 93.5	2.28 ~ 6.11	1.81 ~ 2.03

① 据火烧沟剖面分析资料。

F．火烧沟组砂岩石英砂表面具干旱、炎热环境下形成的表面结构，即风砂作用痕迹结构（毛玻璃化）、表面溶蚀、氧化硅沉淀膜、钙质沉淀膜和上卷薄片等结构。

② 沉积相类型

据晁吉俊等人的研究，认为酒西盆地第三系可分为四种沉积相类型：

A．冲积扇相

第三系冲积扇相沉积与湖泊沉积为共生或过渡关系。冲积扇沉积。主要分布于盆地边缘山麓地带，为干旱、半干旱气候条件下，河流、间歇性洪流在出山口多期沉积而形成的扇状沉积体。冲积扇沉积类型为游荡性河流沉积（辫状河流）、水流切入扇体的河床沉积和泥石流沉积。冲积扇特征如表5－1－8所示。

B．河流相

第三纪盆地边缘发育较稳定的古河流，属上游山间河流。在坡降突减、宽阔的山口附近，冲积扇沉积的背景下，形成辫状河流，并受古地形影响后直接入湖，剖面上覆盖于冲积扇上，平面上在冲积扇与湖岸线之间。与平原区典型河流相相比，这种辫状河流古坡降较大（L层坡降1.08‰～0.288‰），沉积物粒级更粗，分选偏差，悬浮组分含量高，反映为急水流的快速堆积。

老君庙油田L_3层为典型的辫状河流相，其亚相特征如表5－1－9所示。

表 5－1－8　老君庙油田 *M* 层冲积扇特征表

相		剖面	岩性	电性	概率图
扇缘 L-M			棕红色钙质结核层含中、粉细砂岩、泥质细粉砂岩，具块状、平行层理	Sp、Ra曲线低平	
扇中 M_2	主流		棕褐色中粉细砂岩、含砾粗中细砂岩，斜层理发育	Sp齿状、箱状、钟形状 Ra较对称，峰状	
扇顶 M_3	主槽		棕褐色中细粉砂岩、砾状砂岩、块状、粒序层理、具冲刷面	Sp曲线高幅对称齿形、底部突变 Ra 底部突变	
	泥石泥		棕红色砾状砂岩、泥质砂岩、泥质斑块夹天青色条带。岩石混杂	Sp低幅、反齿形，呈漏斗状 Ra 无规则尖齿状	

表 5－1－9　辫状河流相及三角洲相特征表

沉积相		主要粒径	粒径变化	韵律性质	C—M 图分段位置	水动力类型	搬运方式	分选性	
								So	σ_1
辫状河流相	天然堤—河漫滩	砂质泥岩、粉砂岩	C值基本不变 Md变化大		Ⅰ (R—S)	弱—极弱	均匀悬浮	中等—较差 1.77～2.26	差 1.14～1.78
	决口扇	粉细砂岩、含泥	C、Md变化大	正韵律	Ⅱ Ⅲ (P—Q—R)	弱—中等	渐变悬浮、滚动＋底部悬浮	中等—较差 1.87～3.15	差—很差 1.54～3.03
	分支河床	细砂岩、粉细砂岩	C、Md成比例变化	正韵律	Ⅱ (QR)	中—弱	渐变悬浮	好—中等 1.25～2.12	中等—差 0.85～1.96
	边(心)滩	中细砂岩、细砂岩	C、Md基本成比例变化		Ⅱ Ⅲ (P—Q—R)	中弱—中等	渐变悬浮	好—中等 1.48～1.93	中等—差 0.94～1.89
	主河床	中砂岩、细砂中砂岩	C值变化大 Md变化小	正韵律	Ⅲ Ⅳ (Q—P—O)	中等—强	滚动＋底部悬浮	好—较差 1.36～2.17	中等—很差 0.96～2.29
三角洲相	水下堤—水下河	粉砂岩、砂质泥岩	C值基本不变 Md变化大		Ⅰ	弱—极弱	均匀悬浮	好—中等 1.42～1.97	中等—差 0.94～1.40
	河口浅滩	细粉砂岩夹泥质砂岩	C、Md变化不大		Ⅰ Ⅱ	弱	渐变—均匀悬浮	好—中等 1.33～1.66	中等—差 0.77～1.64
	河口砂坝	细砂岩、细粉砂岩	C、Md成比例变化	反韵律	Ⅱ	中 弱	渐变悬浮	好—中等 1.25～2.10	中等—差 0.82～1.97

C．分流河—三角洲相

辫状河流入湖处，地形平缓，形成分流河，分流量减小，下切力弱，形成分流河道、河口砂坝等沉积；在水下，由于内陆盆地中河流能量远大于湖浪，故沿主流线上发育水下河道沉积，并形成三角洲前缘砂和前三角洲泥岩沉积。

老君庙 L 油层上部 $L_{1,2}$，鸭儿峡 13 井区以东区 L 油层，皆属于此类型沉积。其主要亚相特征参见表 5－1－9。

D．湖相

中新世时，酒西盆地湖泊形成并发展，白杨河组石油沟段为湖泊全盛期的稳定沉积，全盆地均有分布，沉积中心在青西地区。这一时期的湖泊沉积具有不对称分布的特点，在盆地的东部滨湖亚相广泛分布，且为砾状砂岩、砂岩、夹泥岩薄层。砂质含量在 70% 以上；而浅湖亚相仅局限于大红圈地区，为砂泥互层。在盆地的西部，即白杨河、石油沟一线以西至红柳峡地区，湖相沉积具有环状分布的特点，向湖心方向依次为滨湖亚相和浅湖亚相。浅湖亚相分布于单西至青西地区，主要岩性为棕红色、灰绿色泥岩、间夹层状石膏。泥岩普遍含钙，钙质含量可达 15% 以上。

(3)主要层段沉积相带的分布特征

第三系从下到上有冲积扇相、河湖交替相到河流相—冲积扇相，形成了酒西盆地第三纪红色碎屑岩沉积建造。

① 火烧沟组沉积相演化及展布

火烧沟组下部沉积时，盆地北部强烈下沉，古地形高差悬殊，气候干旱炎热多暴雨，物源区有较厚的古生界和中生界碎屑岩风化壳，植被稀少，沿山麓形成间歇性泥石流、泥流的沉积。在盆地东北部主要形成环绕青山沟地区侏罗—白垩系山岭分布的冲积扇裙，即新民堡、骟马城、火烧沟和乔家等冲积扇。扇体最厚 313 米，向东、南和西展布，前缘尖灭在单 20、单 21、601、303 以及单西 2 井一带。

红柳峡地区为小型的洪积锥，厚 63 米，分布在由下古生界变质岩组成的山麓边缘。

火烧沟组中部沉积时，古气候较湿润，地壳缓慢下沉，沉积稳定，最大沉积厚度 150米，但分布范围比火烧沟组下部要小，主要出现于宽台山南部的单西地区，向东逐渐变薄，根据岩性、层理类型和粒度特征，说明水动力条件主要是洪流型，次为冲积型。因此，沉积类型主要是洪积扇，在这个扇上发育有辫状河流沉积。白杨河和单北地区属于下游辫状河流沉积(图 5－1－22)。

火烧沟组上部为冲积扇沉积。当时气候又转为干单，盆地沉降幅度增大，冲积扇范围扩大。例如乔家冲积扇体，扇根在宽滩以北，辫状河流发育在 3 号构造地区，向南西延至单 4—庙北 1 井一带，向西与红柳峡地区冲积扇相接。

② 老君庙油田 M 油层沉积相演化与展布

在第三系火烧沟组沉积之后，盆地进入喜山构造旋回的第二幕，北升南降，北西西向断层活动强烈，沉积中心南移。老君庙油田 M 油层为冲积扇沉积，其下部 M_3 为浅水急流的冲积扇扇根沉积，上部 M_1、M_2 为扇中辫状河流沉积，上覆 L—M 层为扇缘沉积(图5－1－23，图5－1－24)。

③ 老君庙背斜带 L 油层沉积相演化及展布

老君庙背斜带 L 层总体上为冲积扇、辫状河流和三角洲沉积体系，物麓区在石油沟油

田以南地区，古水流方向由东南向西北，在石油沟地区形成冲积扇沉积，在老君庙—鸭儿峡地区为辫状河流及三角洲相沉积。*L* 层沉积初期，湖相沉积仅限于鸭儿峡 13 井区以西地区，随着地壳的下沉，湖泊水体继续向东南方向扩展。*L* 层沉积末期，水体扩大到小马莲泉地区，整个老君庙背斜带进入湖相沉积的阶段。

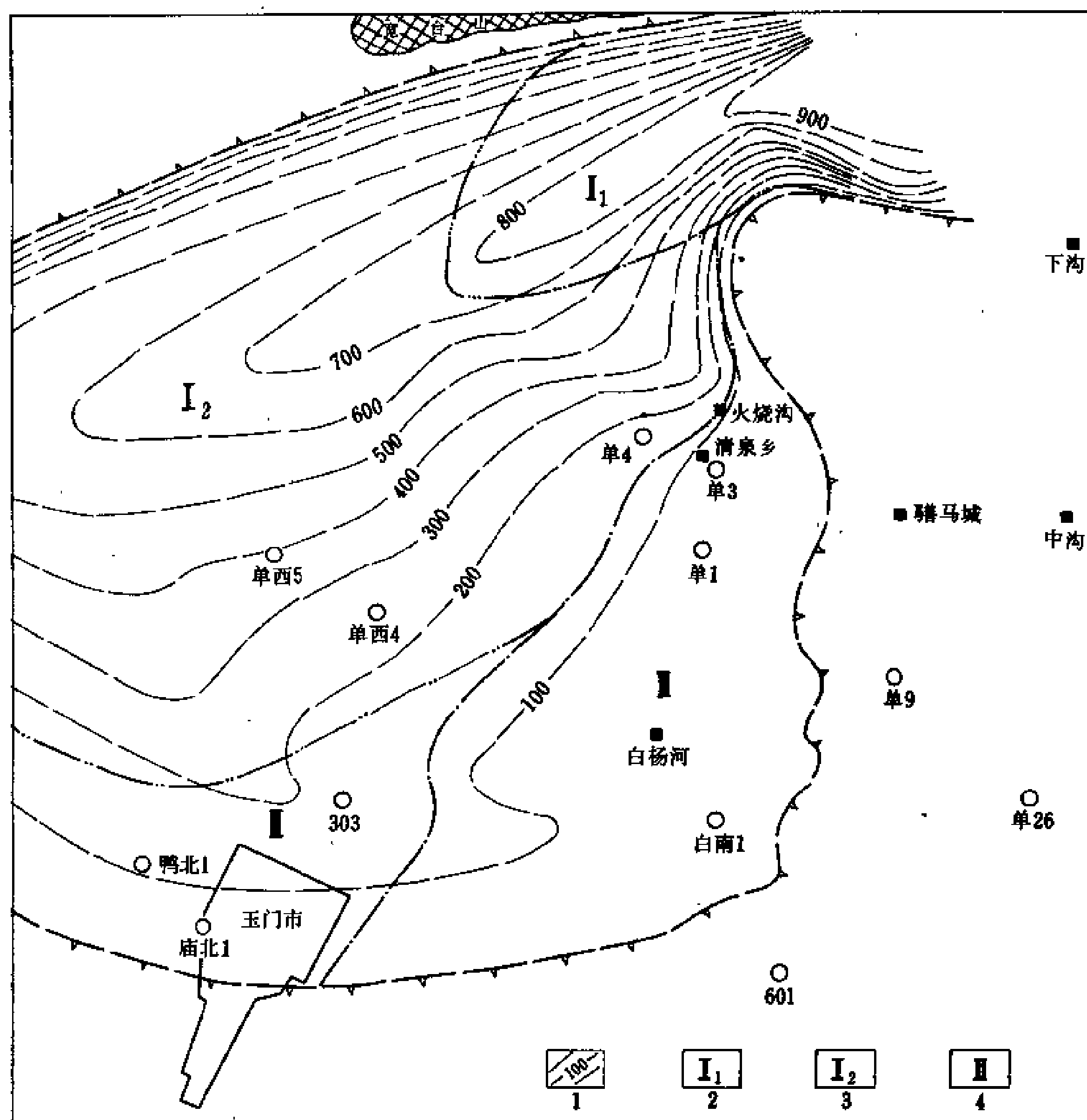


图 5－1－22　酒西盆地石北地区 E_3h_{2+3} 相平面图

1—推测等值线；2—扇根；3—扇中；4—辫状河

石油沟 *L* 层冲积扇是由两个不同方向水系的冲积扇复合而成。水流自南向北的常年性河流形成的冲积扇是主要的，火石山由东向西流的间歇性洪流形成的冲积扇是次要的，两扇体在 98、662 井一带叠复（图 5－1－25）。在剖面上，$L_下$为扇首、扇中亚相沉积，$L_上$为扇缘的洪泛平原沉积。

老君庙—鸭儿峡一带，*L* 层的沉积反映了湖盆水体向东南推进和古石油河兴衰的发展

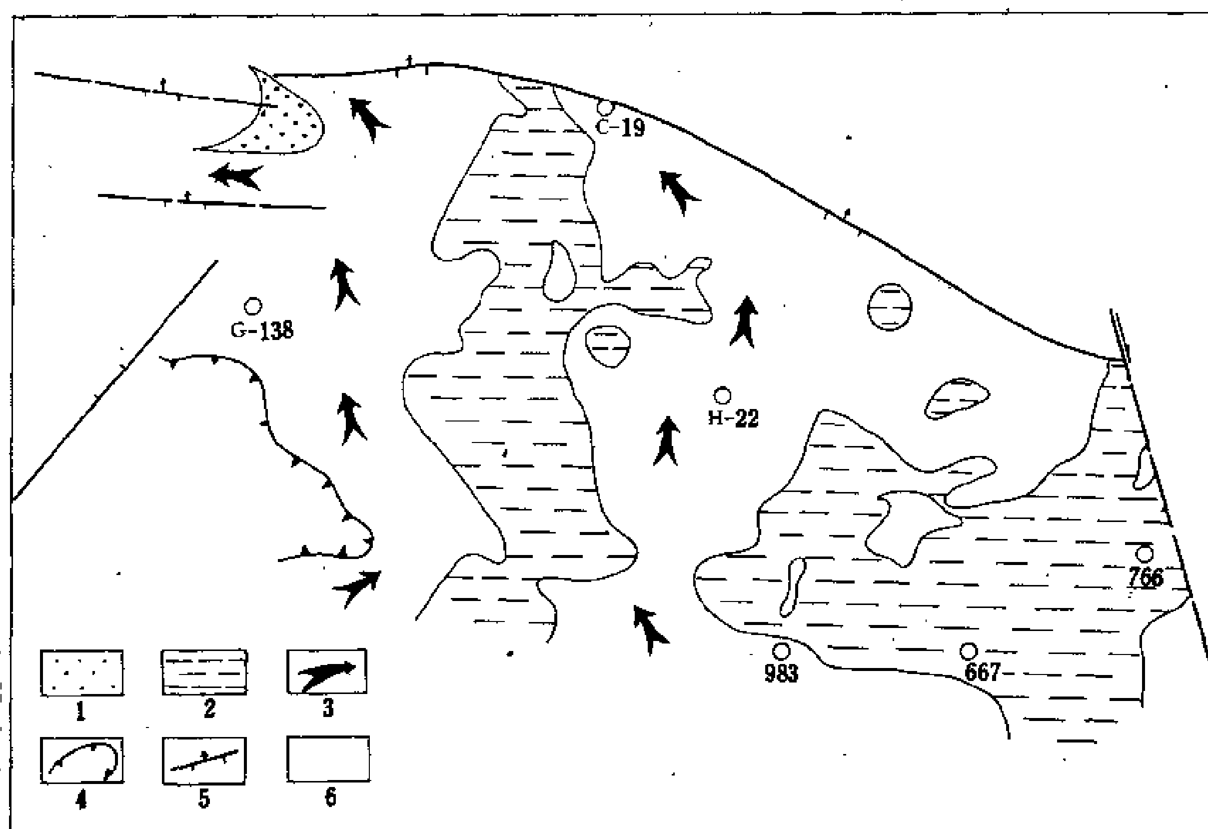


图 5－1－23 老君庙油田M_3层沉积相带图

1—砂岛；2—粒度混杂区；3—主流线；4—尖灭线；5—断层；6—粗岩性区

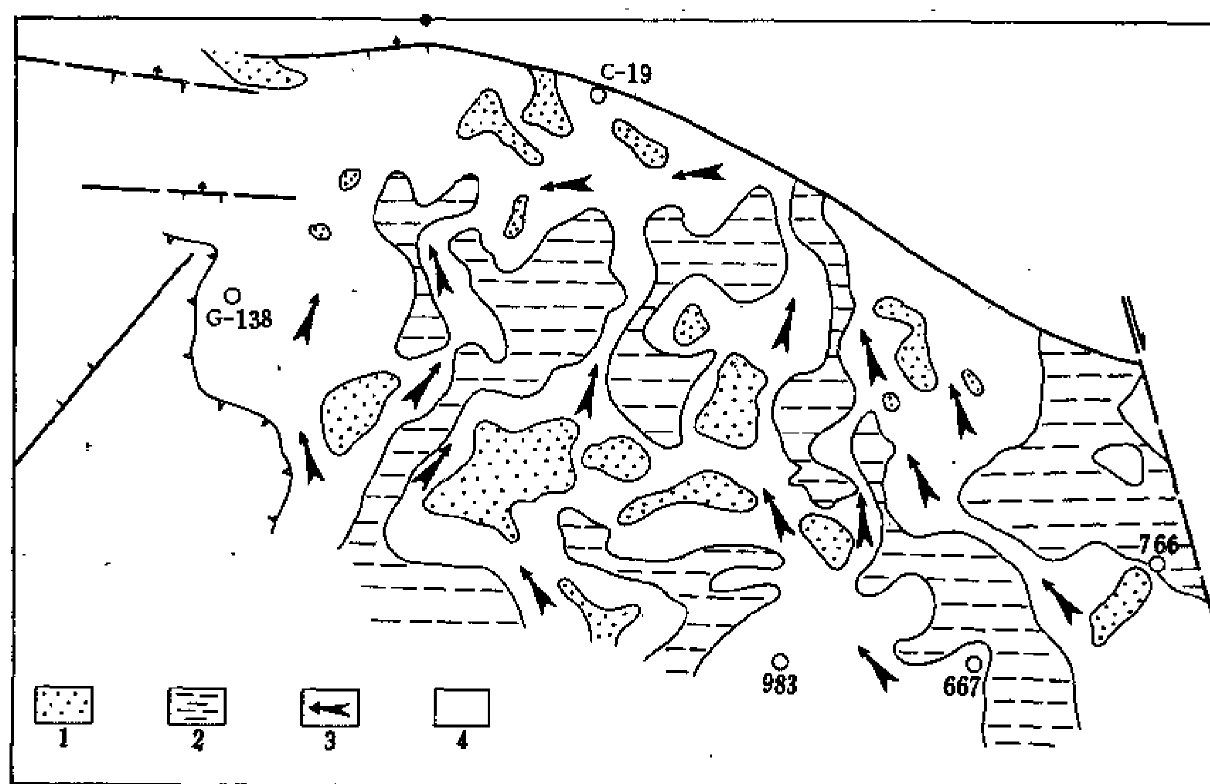


图 5－1－24 老君庙油田M_1层沉积相带图

1—砂岛；2—粒度混杂区；3—主流线；4—粗岩性区

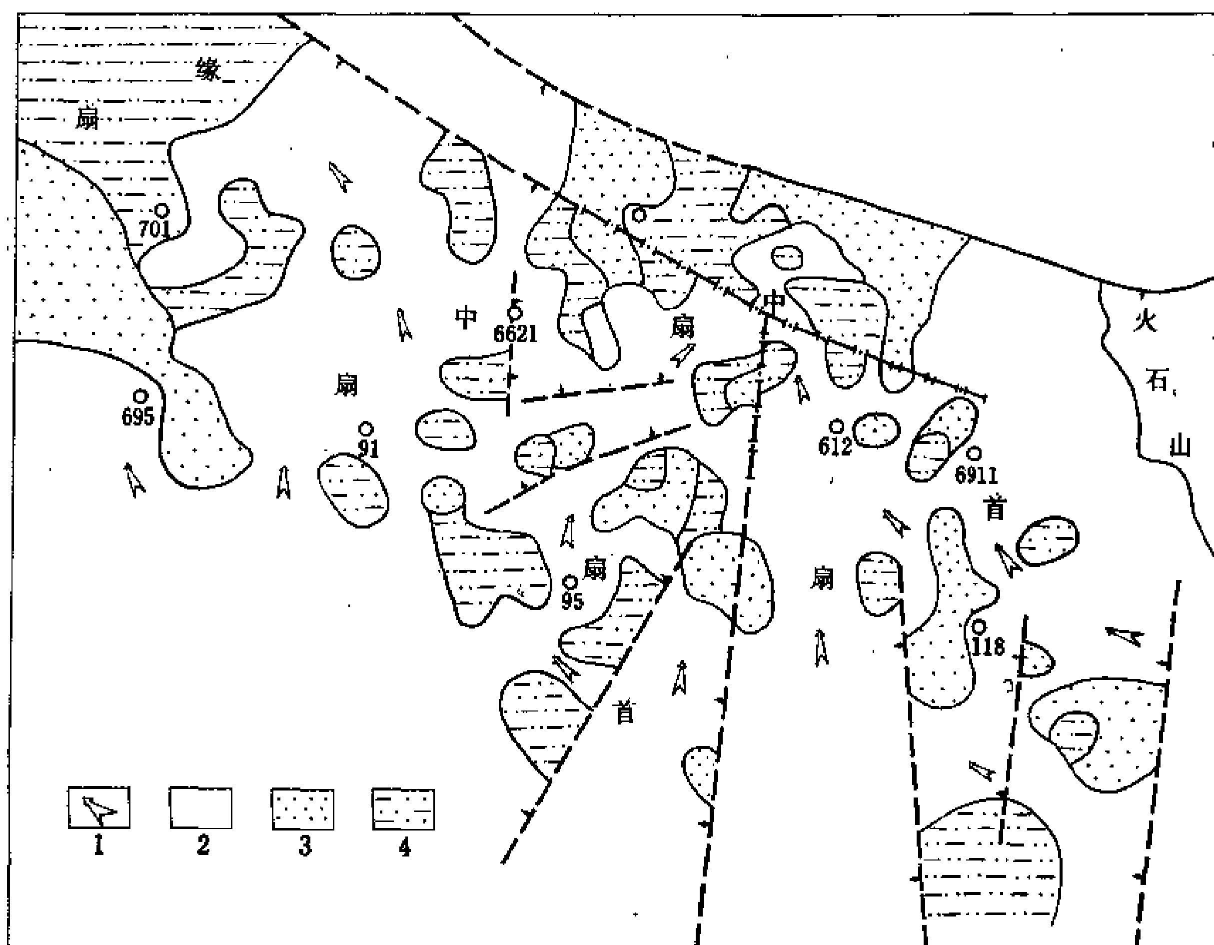


图 5－1－25　石油沟油田$L_{下}^{Ⅲ-2}$段沉积相带图

1—主流线；2—粗岩性区；3—细砂岩区；4—泥质砂岩区

过程。其 L 层沉积演化为：

沉积 $L_{4.5}$ 时，形成古石油河雏形，从石油沟 83 井南部山口处流入盆地，方向为东南—西北向，流经老君庙以南地区后，再流向鸭儿峡以西的湖泊。仅在老君庙西北部和鸭儿峡沉积了 L_4、L_5 的河流砂岩体，L_5 零星分布。

沉积 L_3 时，古石油河在盆地内改道，从出山口流向老 3 井，再由老 3 井向西北迁移，流经老君庙和鸭儿峡位置，在鸭 13 井区入湖。在老君庙为辫状河流沉积，鸭儿峡为分流河— 三角洲沉积，鸭13 井区有水下河流沉积（图 5－1－26、图5－1－27）。

沉积 L_2 时，湖盆水体进一步扩大，在老君庙地区，发育有水流较稳定、由东向西的分流河，主要为分流浅滩沉积，鸭儿峡地区基本在水下，为水下河流和滨湖沉积。

沉积 L_1 时，湖水迅速扩大至老君庙油田东部。在老君庙油田为分流河、水下河流沉积，L_1晚期出现三角洲沉积；鸭儿峡油田形成湖相的席状砂和远砂坝等沉积（图 5－1－28、图 5－1－29）。

在老君庙背斜带南部，即南 6、南 10和南 19 井一带，沉积 L 层时，在祁连山山前由间

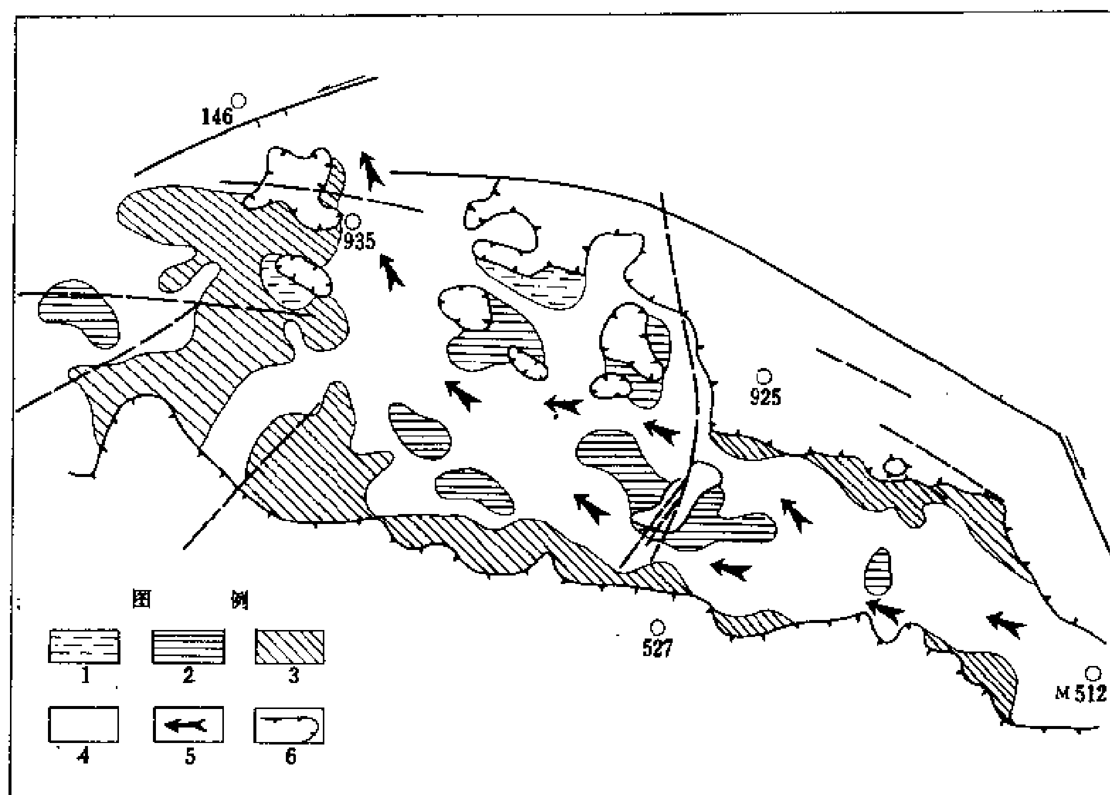


图 5－1－26 老君庙油田 L_3^3 相带分布图

1—漫滩；2—心滩；3—边滩；4—河道；5—主流线方向；6—尖灭线

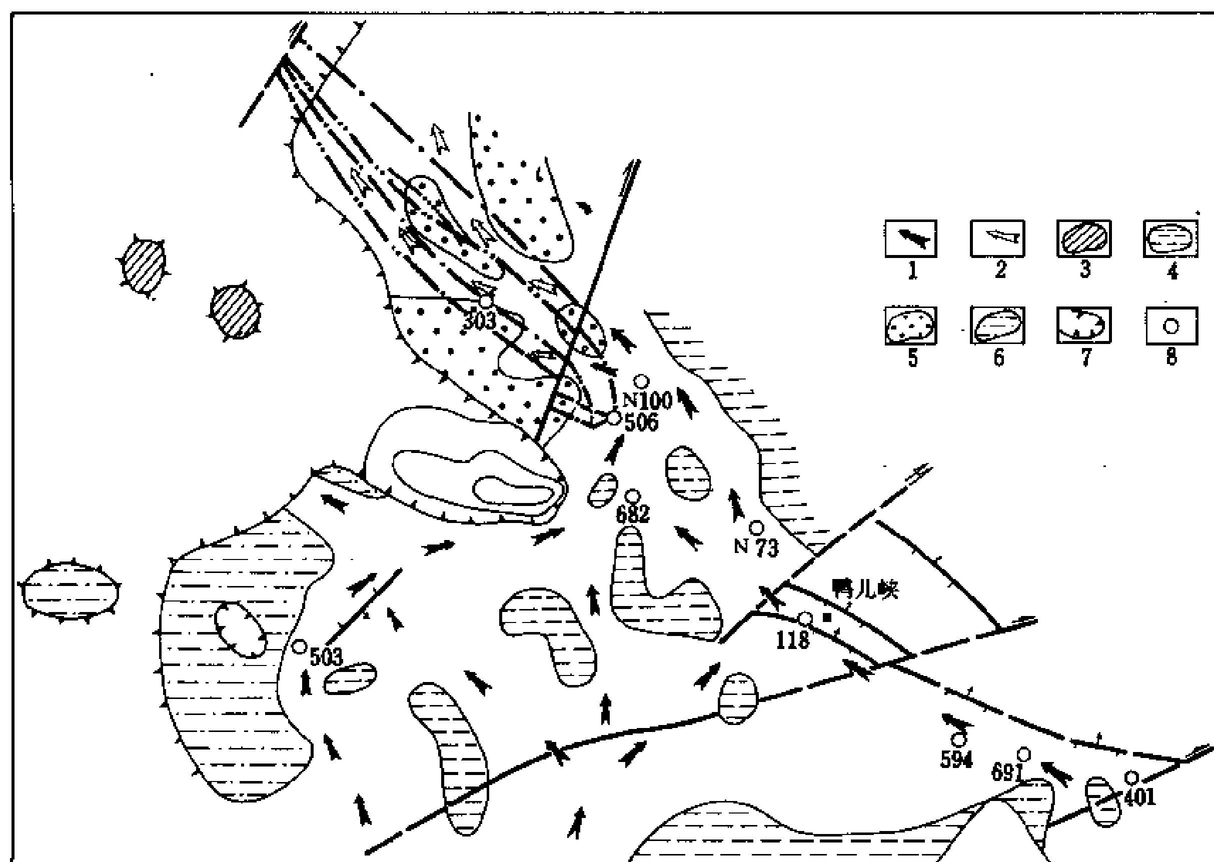


图 5－1－27 鸭儿峡油田 L_3 沉积相带图

1—分流河；2—水下河；3—前缘砂体；4—分流浅滩；
5—湖滨滩；6—漫滩；7—尖灭线；8—资料井

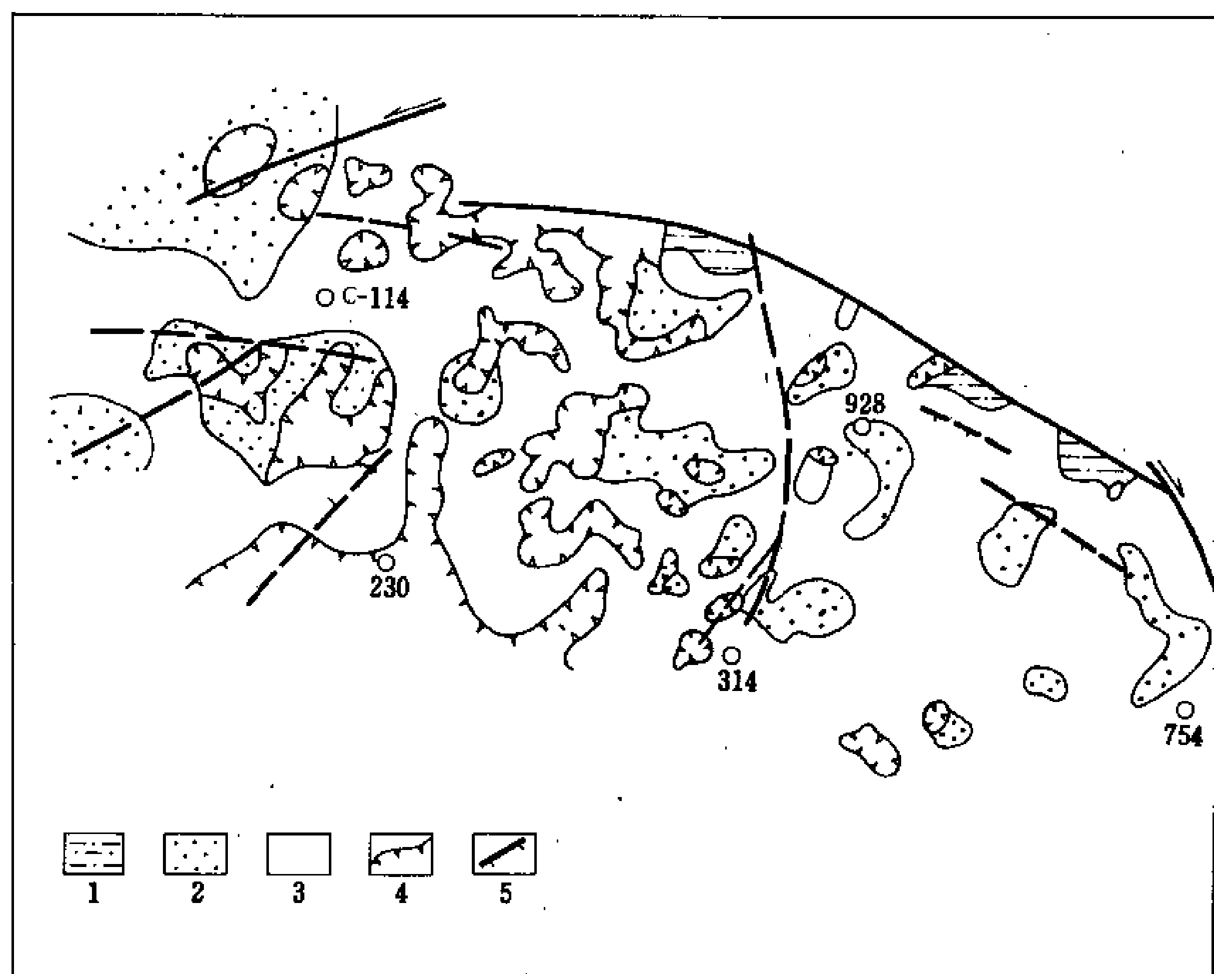


图 5-1-28 老君庙油田L_1^3 相带分布图

1—漫滩；2—浅滩；3—河道；4—尖灭线；5—断层

歇性水流沿山麓形成冲积扇沉积。

L 层沉积结束时，湖面已扩大到小马莲泉地区，此地区有 L_0 砂层以及石膏层分布。沉积石油沟段的初期，石油沟地区亦为浅水沉积，至此，全盆地皆为湖相沉积。

(二)侏罗、白垩系的沉积相

1．研究简史

1942～1946年，孙健初等提出盆地内的侏罗、白垩系为陆相沉积。侏罗纪龙凤山系为湖相含煤碎屑岩沉积，白垩纪宁远堡系为河湖相沉积。

1951年，王尚文分析了本区中生代地层的沉积史后，指出中侏罗世红沟系为洪水，河流、沼泽相沉积，晚侏罗世博罗砾岩为山间盆地沉积，河流从四周入盆，形成扇形砾岩层，后期沉积不断淤高，岩性变细，页岩逐渐增多。王尚文比较详细地阐述了晚侏罗世赤金堡系和白垩纪惠回堡系的沉积环境。他指出赤金堡系沉积时，盆地四周山脉是北峻南缓，岩性是北粗南细，在外山带(即今盆地北部)赤金堡系底部为山坡堆积或为盆地边缘之山麓及扇形沉积。中部为长石砂岩段夹绿色砂质页岩，视为洪水作用之沉积，在长年积水的低洼处，为沼

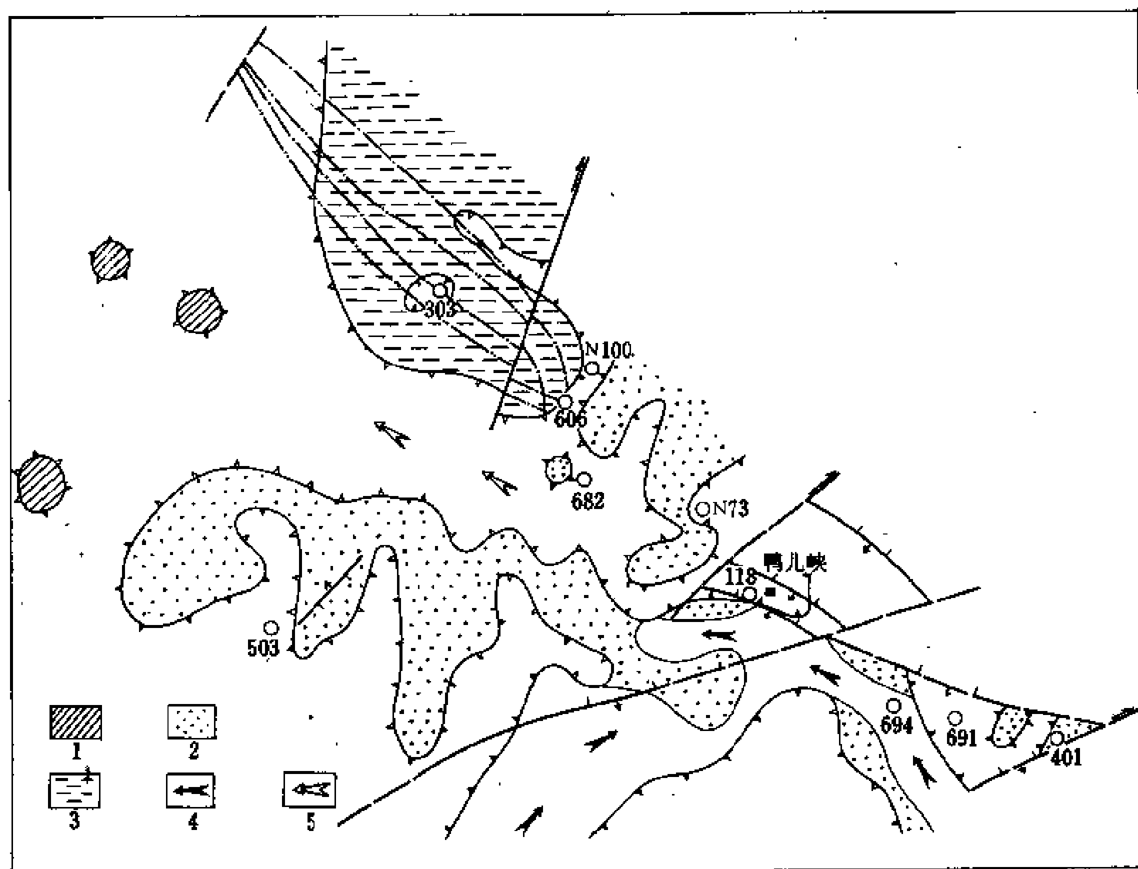


图 5－1－29 鸭儿峡油田L_1^2 沉积相带图

1—前缘砂体；2—湖滨滩；3—席状砂；4—分流河；5—水下河

泽成煤环境。赤金堡系上部沉积时，地势稳定，气候潮湿，长期蓄水形成湖泊，沉积了黑色页岩及泥灰岩，介形类和鳞鳃类等生物繁盛。

王尚文也讨论了下惠回堡系的沉积环境，指出下惠回堡系沉积早期是山坡，泥流沉积。河流入盆在盆地边缘形成扇形砾岩沉积体。在红柳峡和五华山一带为洪水砾岩和静水泥岩相间沉积，在宽台山一带为山坡砾岩堆积。总的说来，盆地南部沉积粗，为紫红色泥质砾岩、砂泥岩，无化石，而盆地北部是以灰色、灰绿色砂岩和页岩沉积为主，含丰富化石。下惠回堡系沉积后期，盆地边缘被填平，四周山脉亦趋平缓，形成广泛之湖沼沉积。当时气候温湿，有植物和介壳、昆虫、鱼等生物。下惠回堡系沉积后，至上惠回堡沉积时期，地壳上升，四周山地进入幼年期，侵蚀复活，山势陡峻，河流携带能量大，形成下部红色砾石层沉积，砾岩成分复杂，砾石呈圆状，砾岩内夹粉砂岩和粘土，这些证明了河流流经不同的岩层，长期搬运，并有间歇之沉积特征。上惠回堡系上部岩层逐渐变为细、粉砂岩和粘土增多，砾岩层变为砾状砂岩和粗砂岩，表示盆地被填平，河床与冲积平原相连，河水作泛滥性之沉积。岩层多呈红色，砂岩内长石新鲜，缺乏化石，足证气候之干燥。

1964 年，许在谷、莫志普等人在"酒泉西部盆地油气聚集条件"一文中，较详细地讨

论了白垩纪的岩相古地理特征和沉积相带的分布。他们指出：白垩纪时，盆内有孤山和水下潜山存在。老君庙背斜带是隆起较高的区域；石油沟地区基岩出露遭受剥蚀；石北和青西地区沉积最深，推测厚度在1600米以上，两个凹陷之间为单西6井潜山和301井水下凸起分割。白杨河单斜带的东端白垩系沉积薄，小黑山亦为潜山，而黑山是陆源区。嘉1和嘉2井一带抬升较高，可能露出水面。宽台山一带白垩系剖面底部有大量就地取材的泥砾岩，说明宽台山曾一度遭受侵蚀，剖面上部岩性变细，宽台山曾一度淹没水下。宽台山和单西6井潜山之间，推测白垩系厚700～900米，为东西向带状凹陷(赤金凹陷)。

(1)物源区

他们在分析了盆地内白垩系的重矿物组合特征后，指出了物源区。

① 石榴子石—绿帘石组合。反映浅变质岩的特征，分布于盆地南部边缘积阴功台到马弥陀一带及黑山—嘉峪关地区。

② 锆石—电气石组合。反映沉积岩特征，来自石炭—侏罗系沉积岩，分布于盆地的南缘部分。

③ 石榴子石—磷灰石—黑云母组合。反映深变质岩(混合岩化)特点，分布于宽台山、赤金峡山一带，系就地取材所致。

④ 为①和③的混合组合。分布于青西、石北、下沟、红柳峡各陆源区之间的凹陷里。说明物源来自南、北两个方向。

(2)相带划分

他们又根据岩性特征和砂质岩含量百分比将白垩系划分为五个相带。

① 山麓坡积洪积相带：岩性以角砾岩为主，夹砂、泥岩透镜体，分布于盆地的边缘。积阴功台以西地区相带极为狭窄，以坡积为主。鸭儿峡—老君庙地区该相带较宽。黑山西南坡积相带较宽，宽台山该相带范围不广。

② 滨湖相带：砂质岩含量大于50%，泥岩颜色以杂色为主，波痕和斜层理发育。分布于老2井和马弥陀一带。自旱峡以西无此相带。小黑山一带以及宽台山南麓至青山沟之间滨湖相带比较发育。

③ 浅湖相带：砂质岩含量在25～50%，泥岩色杂，夹煤线，具水平波状层理，含钙质结核，底栖生物为主，植物化石保存好。单西、白杨河、单东及新民堡、下沟一带均有分布，盆地南缘及青西也有分布。

④ 半深湖相带：砂质岩含量10～25%，泥岩以灰黑色为主，有少量绿色、红色泥岩夹泥灰岩，含菱铁矿及分散状黄铁矿结核，水平微细层理发育，亦有波状层理。仅分布于青西、石北凹陷边缘部分，以红柳峡剖面为代表。

⑤ 深湖相带：砂质岩在10%以下，黑色泥页岩为主，含泥灰岩，微细水平层理发育，含大量分散状黄铁矿。分布于青西、石北凹陷里。

(3)砂岩成因类型及垂向相的演化

1978年，中国科学院兰州石油地质研究所马宝林等在“酒西盆地下白垩系砂岩粒度及成因的研究”一文中，以下白垩统下、上新民堡群为沉积相的研究单元，着重从砂岩粒度特征研究砂岩的成因类型，据出了14种成因类型，并归纳为五大沉积体系，结合各地沉积条件，分析了四个下白垩统垂向剖面沉积环境的演化特征。

① 砂岩成因类型：

A．冲积扇沉积体系：有两种成因类型，即冲积—洪积扇和冲积席状砂。

B．河流沉积体系：有峡口坝、河床砂、点砂坝和弱水河沉积砂四种成因类型。

C．三角洲沉积体系：有支流河口坝、河口坝、河口坝前缘、坝斜坡和远砂坝五种成因类型。

D．近岸沉积体系：有近岸湖滨浅滩砂和远岸湖滨浅滩砂两种成因类型。

E．浊流沉积体系：陆上和水下浊积物。

② 垂向剖面沉积相的演化：

A．旱峡口剖面沉积相的演化：

旱峡口位于盆地的西南缘，由于祁连山上升，在山麓处的旱峡口堆积了紫红色砂砾岩为主的冲积—洪积扇沉积物，并在冲积扇上发育了短期河流沉积，后因水体扩大，达到了湖盆的全盛时期，沉积了巨厚的以灰黑色页岩为主的浅湖相沉积。在湖相沉积中，由于山区径流（特别是洪水期）的干扰，在静水沉积中又夹杂了滩砂、坝前缘等类型的沉积。

下新民堡群沉积后期，由于构造运动、断层和玄武岩侵入，造成地层缺失，使浅湖相之后的沉积认识不清。

上新民堡群沉积时期，又是一次小规模的水进到水退的过程，直到湖水干枯。认为下部地层短缺，中期为含泥灰岩的以灰绿色泥岩为主的干燥浅湖滩沉积，由于祁连山不断上升，在湖滩上又增添了三角洲体系的河口坝前缘砂体的沉积。当湖水继续退缩时，在浅湖滩上又一次发育了冲积扇。最后水体退缩形成湖滩，结束了湖盆发育的生命。

马宝林等进一步总结了旱峡口剖面的沉积相特点：a.山前基岩断裂，老山上升，沉积区下沉，造成陡岸湖泊，浅湖—半深湖相沉积可近至老山前；b.发育有良好的冲积—洪积扇，陡岸又易造成水下浊流；c.陆上河流不发育，但短暂河流却对湖盆沉积干扰大；d.后期由于填平补齐作用，形成平坦地形的干湖滩沉积。

B．下沟剖面沉积相的演化：

马宝林等认为下沟剖面位于盆地的东北缘，地势较缓，地层中出现了大型河流、三角洲和湖相的沉积物。基于前人（王尚文等）认为白垩系与侏罗系为断层接触，推测白垩系早期为河流沉积，后来湖盆扩张沉积了远岸湖相滩砂和远砂坝夹于灰黑色砂质页岩中，此时达到了湖盆的全盛时期，以后水体退缩发育了河口坝、坝前缘、并有少量浊积物。由于大黑山的上升，河流干扰湖盆沉积，在三角洲之上沉积了河流相沉积物。由于地壳运动、三角洲与河流沉积交替，并出现湖滨砾岩的堆积。

再向上，又一次水体退缩，洪水与河流间互出现，发育了河流、河口坝沉积。当水体再一次侵入下沟时，又堆积了河口坝和滩砂沉积。

马宝林等总结下沟剖面的沉积特点如下：

a．单一沉积环境持续时间长，沉积物厚度大。

b．水动力条件强，河口坝和河流沉积中出现砾岩和砾状砂岩。

c．由于下沟位于酒西与花海—金塔盆地的通道上，加之受大、小黑山构造运动的影响，使下沟地区沉积相变化频繁。

d．出现湖滨砾岩。

C．红柳峡剖面沉积相的演化：

红柳峡剖面位于盆地的西北缘，地势最为平缓，是下新民堡群的沉积中心区。马宝林等认为这里白垩系与侏罗系是连续沉积，从侏罗纪开始至下新民堡群时期为湖盆扩大的水进过程。在侏罗纪河流沉积的基础上，开始了三角洲平原的沉积，后水体扩大发育了巨厚的浅

湖到半深湖相的灰黑色砂质页岩，含丰富的介形虫、瓣鳃类化石。在页岩中夹有远砂坝砂体，随后湖水退缩，出现湖滨滩砂。当河流发育时沉积了三角洲沉积体系。最后湖水退出红柳峡，进入了上新民堡期，发育河流相沉积。总之，红柳峡在早白垩世时经历了水进到水退的全过程。

红柳峡剖面沉积相特点是：

a．浅湖—半深湖相沉积发育，厚度大，为早白垩世湖盆的沉积中心，为良好的生油区。

b．发育有平缓地形的三角洲相沉积。

c．没有形成厚层河口坝，仅有 1 ~ 2 米厚的透镜状砂体。

通过上述典型剖面沉积相演化的分析，他们认为酒西盆地的早白垩世湖盆经历了二个水进和一个水退的过程。前一个水进使早白垩世达到全盛时期，这时气候温和，水量充沛，生物繁盛，湖盆稳定接受沉积。第二次水进时，湖心南移，气候变得干燥，致使出现泥灰岩的干燥浅湖沉积。

2．沉积相和地震相

1980 ~ 1984 年，玉门石油研究院勘探室在前人对侏罗、白垩系划分和沉积相研究的基础上，运用沉积相和地震地层学的方法，根据地震剖面、钻井资料和地震等资料，对盆地的上侏罗统—下白垩统的层组进行了较为全面的系统的沉积相和地震地质相研究。

(1)沉积相地层单元的确定

选择盆地北缘的赤金桥及下沟剖面为上侏罗—下白垩统的标准剖面。自下而上划分为三个组，即下旋回赤金堡组(J_3c)、中旋回下沟组(K_1x)和上旋回中沟组(K_1z)。在全区地层对比基本统一的情况下，利用旱峡沟、下沟地面露头剖面和石北区白南 2、单 25 和单 26 井，鸭西地区鸭 508 井等 8 口井的单井相分析以及石北凹陷地震地层学相分析资料，以组为单位进行了沉积相分析。

(2)沉积相类型

① 沉积古地理

上侏罗—下白垩统沉积早期，南部古祁连山隆起与盆地内的鸭北和石北凸起连成一体，北部的赤金峡山、宽台山、黑山也成孤山隆起，嘉西凸起与黑山连成一体。青西、赤金、石北和大北洼地亦已存在。燕山运动中晚期盆地周边地形高差悬殊，隆起、凸起、凹陷更为分明，在这样的构造和地形条件下，物源多、水系多，沉积物粗细交替，厚度及岩相变化甚为剧烈。

② 沉积相类型

根据岩石组合、沉积构造、粒度、古生物、电性等特征和地震反射特征，将赤金堡组、下沟组和中沟组划分出七种相类型，并归纳出四个沉积体系。

A．洪积—冲积体系：

(A) 洪积扇

在山口外，向着盆地方向洪水流散开，碎屑物快速堆积形成洪积扇。洪积扇大体上可划分为扇首、扇中和扇缘三部分，但三者之间并无截然的界线。酒西盆地南缘比较陡峻，常形成扇湖相接的分布特点，洪积扇发育，但单个扇体规模小，面积几至几十平方公里，定相依据如下：

a. 岩石组合及沉积构造特征

以中粗砾岩为主，夹杂砂泥岩透镜体，有时含巨砾石，成熟度很低，分选差，砂砾成分因地而异，常发育于赤金堡、下沟和中沟组的底部，呈红层或红、绿层间互出现，所夹泥岩为红色，不含化石，但局部黑色泥岩中含碳屑和孢粉。

砂砾岩中块状层理、正反粒序层理较发育，常见扁平砾石呈迭瓦状排列。

b. 沉积序列及地震反射特征

多数为间断正韵律沉积，下为砾岩，向上突变为含砾砂岩、粉砂岩或泥岩。少数为反韵律。这一垂向序列的形成，是由于洪水能量强弱变化或扇上辫状河水流侧向摆动迁移作用的结果。地震反射为杂乱楔状相，这是一组断续的、杂乱的或微具前积结构的反射，外形为楔状，靠近同生断层厚度大、反射杂乱，向湖心方向迅速变薄、尖灭，反射连续性变好。

c. 粒度特征

概率曲线以宽平多段式和宽平三段式为主，前者粒度区间最广，$-2 \sim 5\varphi$ 均有分布。多直线段，粗细截点不明，几乎全部以悬浮搬运，反映洪积扇上泥石流沉积物的特征。后者粒度区间也较广，滚动、跳跃、悬浮三组分比较明显，跳跃和滚动组分含量低，悬浮组分含量可达 $40 \sim 70\%$，粗细截点清楚，但截点位置变化范围较大。

C — M 图形具有牵引流图形特征，C、M 值变化范围大，PQ 和 QR 段发育，其它段不明显。

(B) 河流相

在盆地北缘十分发育，多数为短河流，变化大，沉积物多粗粒级，分选很差，在垂向剖面中覆于洪积扇之上。在平面上位于洪积扇与湖岸线之间。赤金堡组和下沟组中、下部及中沟粗上部广泛发育河流相类型。

a. 岩石组合及沉积构造特征

为一套砂砾岩与泥岩互层沉积，砂砾岩厚度大，粒度粗，分选很差。泥岩厚度小，常含砂或砾石，常见红色、棕红色者。泥岩层间有时夹煤线。砂砾岩多具块状层理、大型槽状层理和平行层理，底部常有冲刷面。泥岩为块状，不显层理，但泥岩、粉砂岩中常见微型交错层理和爬升层理。

b. 沉积序列及地震反射特征

正韵体沉积，二元结构清楚，下部为砂砾岩，常含有树干炭块或圆状炭屑，上部为红色或棕红色泥质粉砂岩和砂质泥岩，或为灰黑色炭质泥岩。泥岩中有时含钙质团块。地震反射为席状充填相，地层厚度大时，反射波组外形为透镜状，厚度小时为席状。反射结构以亚平行为主，次为杂乱结构；振幅多变，连续性差— 中等。

c. 粒度特征

粒度概率曲线与洪积扇的有许多类似之处，所不同的是宽平上凸三段式和二段式曲线类型发育，有一个或两个清楚的截点。滚动和跳跃组分的斜率较大（$30 \sim 50$ 度），说明水流急，扰动能量大，分选比洪积扇好，具有山区河流的特点。

d. 电性特征

自然电位曲线形态呈箱形— 钟形组合，下部突变，向上渐变，反映正韵体的沉积特点。

e. 古生物特征

含炭屑和瓣鳃类碎片。

（C）湖滨冲积扇相（扇三角洲）

发育于陡岸湖滨区或邻近同生断层的下降盘一侧，呈透镜体夹于湖相泥岩、页岩中，它主要是洪水、河流直接入湖的产物，但也受到湖浪的影响。有下列相标志：

a.岩石组合及沉积构造特征

以中、粗砾岩为主，其上砂泥岩不发育。砾岩具块状层理，砂岩具波状层理和交错层理，砂岩层面上水流波痕较清晰，波谷中炭屑富集。

b.沉积序列及地震反射特征

为正韵律沉积，下为透镜状砾岩体，中部为含砾砂岩夹煤线，上部为粉砂岩和泥岩，有时为泥炭层。

湖滨冲积扇常为湖相泥岩夹持，砂泥岩中煤线或泥炭层发育，砂岩表面波痕较明显，这是它的一个重要特征。

c.粒度特征

概率曲线类似洪积扇的粒度曲线，自下而上也由宽平多段式向宽平三段式和高悬三段式变化。高悬三段式跳跃段分选较好，斜率 40 ~ 50 度，悬浮组分含量高，可达 45 ~ 80%。

C — M 图形显示宽区间的“S”形，PQ 和 QR 段发育，说明滚动和递变悬浮也是湖滨冲积扇的主要搬运方式。

B．三角洲沉积体系：

为河流入湖在河口缓坡地带形成的砾、砂、泥堆积体。在盆地北缘的红柳峡和下沟地区分布广泛。赤金堡组和下沟组沉积中、后期，湖水退缩时形成的三角洲，具有碎屑物粗、分选差、水下支流河道发育，河口坝厚度小、规模小、三角洲平原相不发育等特点。三角洲沉积之上常为灰色湖相泥岩覆盖。

石北凹陷白南 3 井下沟组的三角洲相比较典型，结合下沟剖面赤金堡组的三角洲相，归纳出以下特点：

a.岩石组合及沉积构造特征

自下而上三层结构清楚，前三角洲亚相为灰绿，灰黑色泥岩与粉砂岩互层，具水平层理和微细波状层理。三角洲前缘亚相，下部为粉砂岩，向上变为粉细砂岩和含砾砂岩，甚至是砾状砂岩，层理也由波状层理变为槽状交错层理或块状层理。三角洲平原亚相为分流河的砂砾岩与泥岩的互层沉积，常见炭屑层。

b.沉积序列及地震反射特征

由前三角洲亚相至前缘亚相，岩性由细变粗为反韵律，而三角洲平原亚相为正韵律，且底部有冲刷面。

地震反射为前积相：反射波组呈透镜状的外形；具 S 形的前积结构；反射振幅中一强，较连续，向陆方向反射变弱，厚度变薄，连续性变差，向湖心方向反射亦变弱，但连续性变好，并以低角度斜交于底界面。

c.电性及古生物特征

自然电位曲线往往是漏斗形一箱形曲线的叠复组合。前三角洲泥岩中含丰富的瓣鳃类、介形类等化石，三角洲平原亚相中常见植物炭屑和孢粉。

C．湖泊沉积体系：

(A) 滨—浅湖亚相

侏罗、白垩纪时，由于酒西盆地是受断裂控制的小型断陷盆地，四周径流入湖，对湖泊的干扰作用很大，因此，滨湖和浅湖相带难以区分，该相带常发育于断陷的缓坡地带。

滨—浅湖区，以湖浪和湖流作用为主，但也明显受到洪水、河流作用的干扰，因此岩性比较粗，常见砾状砂岩、砂岩与粉砂岩、砂质泥岩的互层，并夹有泥灰岩条带和生物碎屑灰岩。泥岩颜色杂，红、绿和黑皆有。砂岩成层性较好，但厚度一般小于5米，具波状交错层理、透镜状层理，常见浪成波痕。泥岩为块状或具水平层理。灰或黑色泥岩纹层清晰，常含丰富的、保存完好的生物化石，如叶肢介、介形类、瓣鳃类、腹足类化石，局部可形成螺灰岩、蚌壳灰岩。

当水进造成湖盆扩展时，原先形成的三角洲相和湖滨冲积扇相沉积物，在湖流和湖浪的作用下受到改造而形成滩砂。由于湖水浅，氧气充足，在滩砂上生存着螺和蚌，因此，含螺、蚌砂岩的存在是滨—浅湖亚相的一个重要标志。在泥岩沉积时常形成少量粒状、团块状黄铁矿，说明有时为还原环境。

地震反射特征：反射波组向湖心方向厚度加大，反射结构呈发散状，底界下超，振幅弱—中等，连续性差—中等。

(B) 较深—深湖亚相

为静水强还原条件下的沉积，主要由深灰色、灰黑色的泥页岩和泥质粉砂岩组成，常夹薄层泥灰岩或棕色钙质泥岩条带。泥页岩水平层理、水平纹层和卷曲变形层理发育，含丰富的分散状、球粒状黄铁矿，亦含少量浮游生物化石，如球蚬、鱼类等化石，且保存完好。

地震反射为席状相，在湖盆中央区，显示短距离的席状展布，反射结构平行—亚平行，振幅弱—中等，断续—较连续。

D.浊积体系：

主要发育于赤金堡组和下沟组的浅—深湖亚相的泥页岩中，主要是洪水浊流直接进入浅—深湖区的产物，但也可以是湖滨冲积扇或三角洲沉积在沉积地形不断变陡的情况下，由于重力作用，形成水下高密度流而产生的水下浊积物。具有以下特征：

a.岩石组合及沉积构造特征

区内浊积岩体多数由复成分的中—粗砂砾岩组成，分选很差，多为粘土和高岭土胶结，砂岩类型主要为硬砂岩类，次为硬砂质石英砂岩。

砂砾岩为正韵律沉积，其间常夹有黑色湖相页岩。砂砾岩底部常见沟模。下部砂砾岩一般有块状层理或递变层理，向上出现平行层理或交错层理或波状层理。

b.粒度特征及地震反射特征

粒度概率曲线自下而上全为宽平多段式，反映悬浮搬运机理。C—M图形大体上平行于C=M基线，C/M比值接近12。

地震反射为水下楔状充填相。反射不连续，变振幅。

(3)沉积相带的分布特征

1)赤金堡组和下沟组沉积相带的展布及演化

沉积和沉降中心基本一致，皆沿强烈活动断层的内侧分布。如青西凹陷的较深—深湖

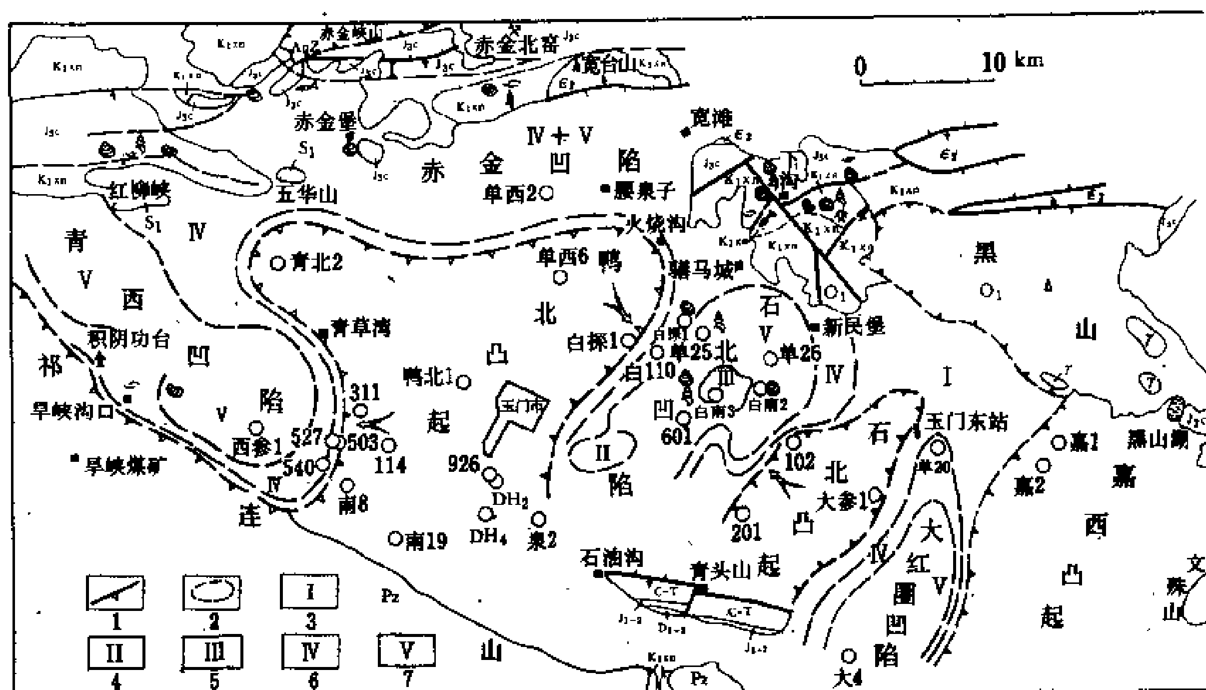


图 5－1－30　酒西盆地赤金堡组沉积相图

1—尖灭线；2—相分界线；3—洪积—河流相；4—三角洲前缘亚相；5—浊积相或水下扇；6—滨—浅湖相；7—较深—深湖相

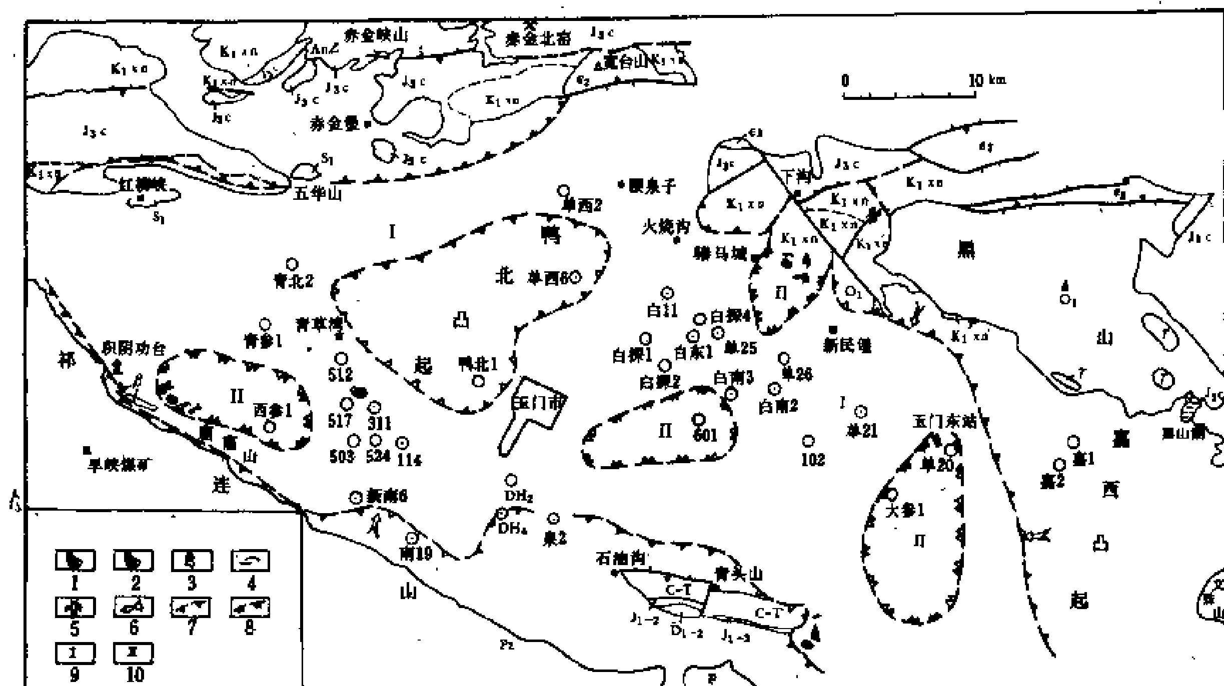


图 5－1－31　酒西盆地下白垩统下沟组沉积相图

1—瓣鳃类；2—腹足类；3—介形类；4—叶肢介；5—鱼类；6—洪积—河流相；7—三角洲前缘亚相；8—浊积相或水下扇；9—滨—浅湖亚相；10—较深—深湖亚相

亚相沿西参1井一柳1井方向分布，窿2井及旱峡沟东剖面巨厚的黑色泥页岩标志着赤金堡组和下沟组的沉积中心靠近祁连山北麓断层。石北凹陷的较深一深湖亚相沿601一单25井方向分布。沉积中心靠近 Ⅲ 号断层。

赤金堡组和下沟组沉积早期，洪积一河流相发育，分布于老山边缘和盆地内凸起的边缘(图5-1-30、图5-1-31)。如石北凹陷白南2、白探2和白110等井的赤金堡组底部皆为洪积扇相。赤金堡组和下沟组中晚期发育有河流相、三角洲相和湖相。在盆地北部的红柳峡、赤金桥、赤金北窑和下沟地区河流相极其发育，在红柳峡北口及下沟地区还发育三角洲相。在各凹陷里发育着湖泊沉积体系和浊积岩，如白南3、单25、单26井浊积相。

2)中沟组沉积相的展布和演化

早白垩世晚期，盆地总体抬升，山地夷平，湖水退缩到很小的范围内，最终形成干湖滩，结束了湖盆的生命。

中沟组沉积早期，盆地边缘地形高差悬殊，洪积扇仍然发育，如中沟洪积扇、红柳峡西洪积扇等。中、晚期河流相发育，分布广泛，如在下沟一石北凹陷北部地区，均为一套砂砾岩与棕红色泥岩的交互沉积，其间也有数层含螺、蚌化石的砂岩和含螺、蚌、介形类化石的灰色泥岩，这只是局部阶段局部地区湖侵的结果。这一阶段的湖相沉积局限于青西凹陷的旱峡一西参1井区附近和石北凹陷的601井区附近以及中沟地区(图5-1-32)。

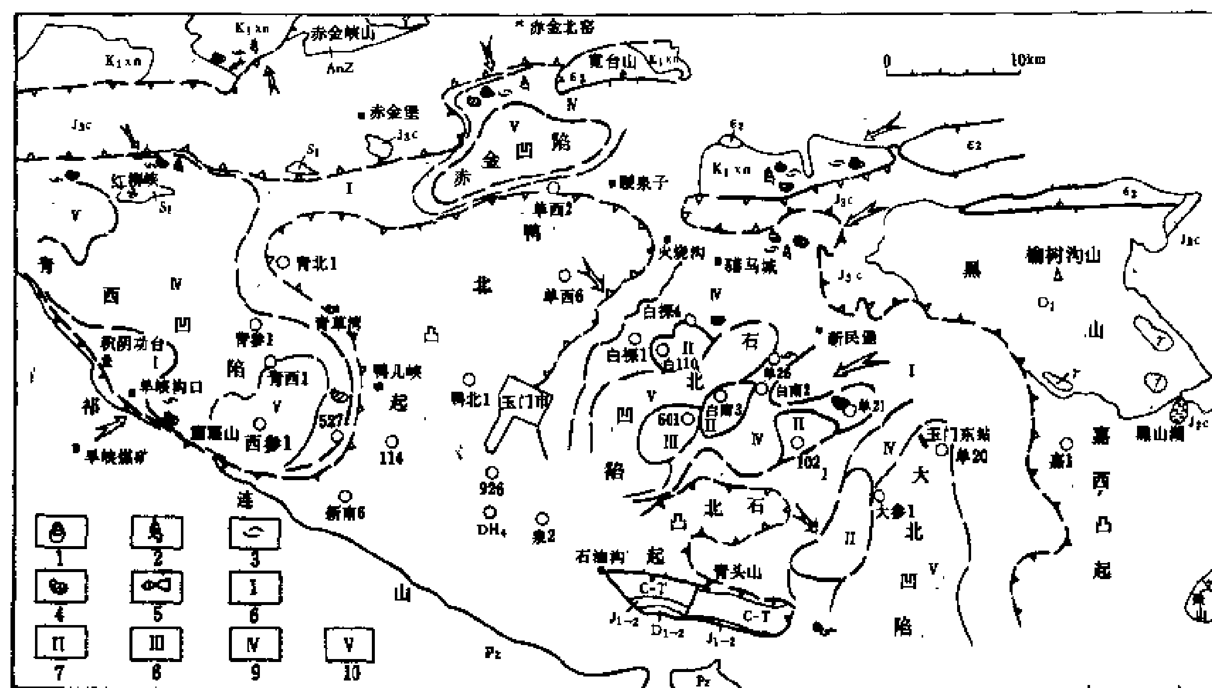


图5-1-32 酒西盆地下白垩统中沟组沉积相图

1一瓣鳃类；2一叶肢介；3一腹足类；4一介形虫；5一昆虫；6一鱼类；7一缺失线；8一湖相界线；9一洪积一河流相；10一湖相

表 5－1－10　酒西盆地地球化学指标综合对比表

时　代	岩　　性	Fe^{++}/Fe^{+++}	K	C%	B%	"A"%	地球化学相	剖面位置
N_2s	红色砂、泥、砾岩	0.41	0.07	0.05	0.0014		氧化相	301 井
N_1b	棕红色砂、泥岩	0.49	0.08	0.04	0.001	0.07	氧化相	301 井
E_3h	棕红色砂、泥、砾岩	0.48	0.08	0.05	0.0009		氧化相	301 井
K_1xn	灰黑色泥页岩	24.83	0.33	1.85	0.058	0.11	还原相	601 井
J_3c	灰绿色砂、泥岩夹砾岩	1.10	0.12	1.21	0.0051		弱还原相	红柳峡
$J_{1-2}ln$	灰绿色紫色砾岩	4.00	0.18	0.05	0.0003		弱氧化相	石67 井
$T_{1-2}x$	紫色砂、砾岩	4.94	0.18	0.06	0.0008	0.03	氧化相	NDH3 井
P_2y	白色砂岩、紫色砂、砾岩	1.03	0.11	0.06	0.0015		氧化相	石57.74 井
P_1d	黄绿色页岩、砂岩	4.54	0.17	0.07	0.0007		弱还原相	白杨河东岸
C_3t	黑色页岩	30.20	0.35	0.79	0	0.04	还原相	泉8井、石 51 井
C_1c	灰黑色页岩、石灰岩	2.75	0.15	3.03	0.061		还原相	毛不拉沟

五、油气生成

历年来的生油研究表明，石炭系、上侏罗统和下白垩统具有油气生成的地质地球化学环境(表 5－1－10)，其中以上侏罗—下白垩统生油最好，石炭系次之。上侏罗统和下白垩统在盆地内分布广泛，厚度大，生油岩有机质丰富比较高，干酪根类型较好，又有巨厚的第三系做盖层，因此，生油岩有机质埋藏较深，油气生成的转化条件和保存条件较好。

原油性质分析结果表明，各油田的原油均具有低硫(0.06～0.2%)、高含蜡(8.5～16.7%)的特点，石油具有陆相生成的特征。说明油源并非来自海相沉积的石炭系。此外，各油田原油性质相似，排除了多层系生油的可能性。根据油源对比研究，以及原油色谱和生物标记化合物甾烷、萜烷与其它地球化学指标分析，证明上侏罗统—下白垩统是目前所知酒西盆地最好的生油岩系。

(一)生油层

1．研究简史

1942 年孙健初认为石炭—二叠纪“俄博系”是盆地的生油层。理由是“俄博系”为海相海陆交互相沉积，灰黑色页岩和石灰岩有一定厚度，并含珊瑚、腕足类等化石。

1945 年陈贲研究玉门油田的生油层后，否认石炭纪生油的观点，也不赞成第三纪生油，他推论晚侏罗世或白垩纪的“窑街系”是盆地的生油层。

1947～1948 年，王尚文在本区研究中生代地层时指出，白垩纪“惠回堡系”是盆地的生油层。理由是“惠回堡系”是湖相沉积，灰黑色泥页岩厚度大，含丰富的介形虫、叶肢介、

鳚鳃类等化石，具备生油条件。

1948年尹赞勋在阐述"玉门油田主要生油层为白垩纪惠回堡系之理由"中认为①"石炭纪地层生油之说似难维持""侏罗纪及前侏罗纪地层，均难当生油之任务"，"下白垩统惠回堡系为主要的、甚至是唯一的生油层"。主要理由是惠回堡系内化石繁多，有机质颇丰，宜于生油；油由惠回堡系升入第三系桔红色砂岩中而得保存，言之顺理成章"。

1951年潘钟祥同意玉门油田的原油可能来自白垩纪"惠回堡系"的说法，并认为晚侏罗世"窑街系"也有生油之可能。

1951～1970年，玉门矿务局(玉门石油管理局)的各个野外队、研究队，通过对下白垩统下新民堡群黑色泥页岩地球化学指标的分析，认为下新民堡群灰黑色泥页岩有机质丰富，具有良好的还原条件和有机质向石油转化的条件，是盆地的主要生油层。但也认为石炭系具有生油条件，也是可能的生油层。

1971～1984年，玉门石油管理局研究院勘保室及中国科学院兰州石油地质研究所等单位，运用新理论、新技术、新方法对盆地的生油岩地球化学特征、油源等专题进行了深入的研究，进一步证实，玉门油田各个层系中的原油均来自下白垩统下新民堡群生油层。石炭系具有生油能力，但尚未找到石炭系的原油。

1981～1982年，玉门石油管理局研究院勘探室通过对侏罗—白垩系的层组划分和沉积相的研究后，进一步指出，盆地内有两套主要的生油层系，其一是上侏罗统赤金堡组上部湖相沉积的黑色炭质页岩、泥灰岩、生物灰岩，厚约200～800米，含有丰富的生物化石，各项地球化学指标表明具有良好的生油条件。其二是下白垩统下沟组中上部和中沟组上部湖相灰黑色泥页岩，厚度约500～1000米，有机质丰度高，成熟度高，母质类型以腐殖－腐泥型为主，也有腐泥型和腐殖型。在湖盆中心区，暗色泥岩极其发育，如青西凹陷西参一井，钻遇中沟和下沟组地层厚1099米(尚未钻穿)，其中灰黑色泥页岩，累计厚约800多米；石北凹陷601井，钻遇中沟和下沟组厚668米(未钻穿)，灰黑色泥页岩厚614米；白南3井，钻遇中沟和下沟组厚1087米，灰黑色泥页岩厚555米，钻遇赤金堡组厚730米(未钻穿)，灰黑色泥页岩厚599米。因此，上侏罗统和下白垩统暗色泥页岩层是盆地的主要生油层，青西和石北凹陷是盆地的主要油源区。

近年来玉门石油管理局研究院勘保室又在盆地南部采集了石炭系黑色泥页岩样品，经分析，有机碳4.34%，总烃595ppm，氯仿沥青"A"0.06%，这些指标与前人的分析结果完全一致，证明石炭系是有生油能力的。但也必须看到，石炭系在盆地内厚度小，分布不广，尤其在盆地南部，受断层破坏严重，仅作狭窄带状零星分布，即使有油，也已散失殆尽。在盆内覆盖区，根据1985～1984年地震资料及大五井钻探资料，似有石炭纪—二叠纪地层存在；Y114井原油中有石炭纪—二叠纪孢粉；老君庙7004井和D221井原油正烷烃分布主峰碳数出现C_{23}和C_{25}，臭牛沟石灰岩正烷烃分布主峰碳数为C_{25}。这些现象表明石炭系的生油问题值得深入研究。

2.有机质的丰度和类型

酒西盆地上侏罗—下白垩统生油岩有机质丰度高，含大量生物化石，母质类型较好，从表5－1－11、表5－1－12和表5－1－13中可以看出，各凹陷的生油岩属于好—较好的生油岩。生油岩有机质类型以II_B—II_A型为主。

表5-1-11 酒西盆地生油岩与一般陆相盆地生油岩
地球化学指标对比表

指标 \ 湖盆类型 \ 生油岩类型		一般陆相盆地					青西凹陷	石北凹陷	大红圈凹陷
		非生油岩	生油岩						
			差	较好	好	最好			
有机碳 %	淡—半咸水湖盆	<0.4	0.4 ~ 0.6	0.6 ~ 1.0	1.0 ~ 2.0	>2.0	1.19	1.25	0.98
	咸水湖盆	<0.2	0.2 ~ 0.4	0.4 ~ 0.6	>0.6	—	—	—	—
氯仿沥青"A" %	不分	<0.015	0.015 ~ 0.05	0.05 ~ 0.1	0.1 ~ 0.2	>0.2	0.035	0.076	0.0371
总烃 ppm	不分	<100	100 ~ 200	200 ~ 500	500 ~ 1000	>1000	323	556	300
干酪根类型	不分	Ⅲ	Ⅲ Ⅱ B	Ⅱ B Ⅱ A	Ⅱ A Ⅰ	Ⅰ Ⅱ A			
备注							5~6口井分析数据的平均值	8口井分析数据的平均值	3口井分析数据的平均值

表5-1-12 酒西盆地与一般陆相盆地生油岩
地球化学指标对比表

名称		有机碳 %	氯仿"A" %	总烃 ppm	总烃/有机碳 %	烷烃/芳烃	碳/氢	镜质体反射率 R_o	5α 14α 17α C_{29}甾烷的 $\frac{20S}{20S+20R}$%	5α 17α 21α C_{32}藿烷的 $\frac{22S}{22S+22R}$%	母质类型
酒西盆地		1.26	0.0892	673	2.93	1.98	7.27	0.5~1.2	37 ~ 52	51 ~ 71	混合型
一般陆相盆地	好生油岩	>1	>0.1	>500	>6	>2	6 ~ 8	0.5~1.2	50 达到稳定值	60 达到稳定值	腐泥—混合
	较好生油岩	0.6 ~ 1	0.05 ~ 0.1	500 ~ 200	2 ~ 6	1 ~ 2	8 ~ 10	0.5~1.2	50 达到稳定值	60 达到稳定值	混合

表5－1－13 酒西盆地各凹陷与一般陆相盆地有机质类型划分对比表

类型 项目			一般陆相盆地				青西凹陷	石北凹陷	大红圈凹陷
			腐泥型	腐殖－腐泥	腐泥－腐殖型	腐殖型			
氯仿沥青"A"	族组分	饱和烃%	40～60	20～40	20～40	5～17	35.37	44.04	26.14
		芳香烃%	15～25	5～15	15～25	10～22	19.57	20.81	11.2
		非烃+沥青质%	20～40	40～60	40～60	60～80	45.06	35.15	61.41
	元素	C %	82～86	72～82	72～78	65～72	80.30	79.72	80.38
		H %	12～13	9～12	7～9	6～7	11.0	11.43	10.61
		O+S+N%	1～6	6～19	13～20	20～29	8.72	8.90	9.02
代表盆地			松辽盆地下白垩统青一段	东营凹陷下第三系，沙三段	鄂尔多斯盆地上三叠统长三段	鄂尔多斯盆地中下侏罗统延安组	表中数字分别为2～6口井的平均值		

青西凹陷西参1井4050米以上干酪根以Ⅲ类为主，以下以II_B－II_A型为主。石北凹陷以II_A型为主。大红圈凹陷少数样品以II_B型为主（图5－1－33、图5－1－34）。

3. 有机质生油门限的确定

根据各凹陷有机质演化曲线分析（图5－1－35、图5－1－36），生油门限深度值即使在同一凹陷里也有很大差别，石北凹陷白南3井—601井一带为2400米，但凹陷北部（单25井、单26井一线以北）为1600米；青西凹陷西参1井附近为3800米，但凹陷边部527井附近为2900米；根据单20、单21井资料分析，大红圈凹陷为1650米。

（二）油气运移

油气从生油层向外部运动的时间，主要取决于生油层的埋藏深度和温度，大规模生油期的开始也就是油气运移的开始。油气从生油层经过初次运移进入储集层，然后在储集层又经过二次运移进入储油圈闭中。促使油气二次运移的动力有构造动力、水动力和浮力。因此，油气运移是各种动力综合作用的结果。

1. 油气运移时期

酒西盆地的主要油气运移期有两次，分别发生在早白垩世末期和上新世末期。根据中国科学院兰州地质研究所的研究，酒西盆地的主要生油层是上侏罗统至下白垩统较深—深湖相泥页岩层。在距今约105百万年，相当于早白垩世晚期时，该生油层段埋深已达2500米，地温约100℃，镜质体反射率R_o可达0.5%，即开始生油。到了距今约85百万年时，该生油层段成熟度接近R_o=0.75%，此时，石油大量向外运移。通过短距离运移，聚集于志留系古潜山和下白垩统储集层中。此时，第一期运移基本完成。

上新世末期，青西及石北凹陷的下沟组生油岩均达到大量生油时期，而青西凹陷深部的赤金堡组生油层的生油阶段尚未结束。此时所生成的高成熟度石油也继续向外部运移，形成更大规模的第二次油气运移。因志留系和白垩系的储集层在第一次油气运移中已经充满，第二次运移的原油则沿不整合面和凹陷边缘断层向浅部地层运移至第三系储集层中。

据古构造研究，第三纪白杨河期盆地的主要储集层间泉子段已开始产生区域性倾斜，老

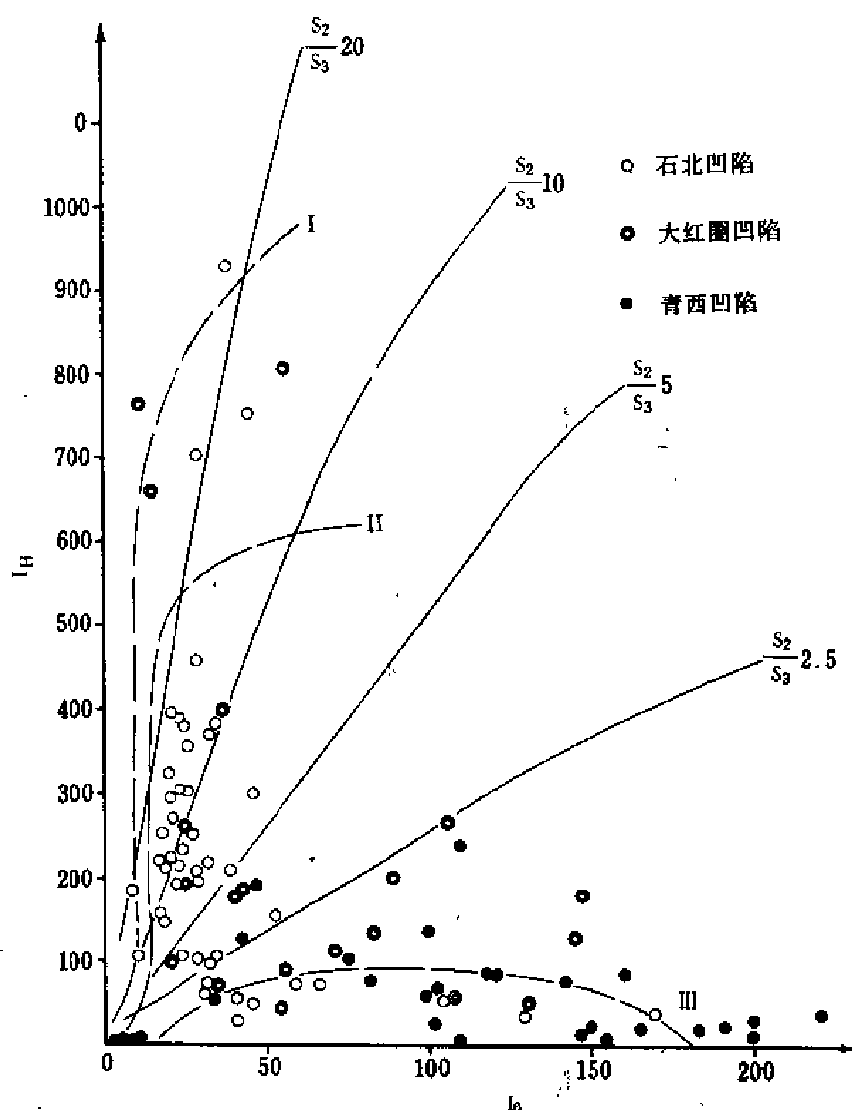


图 5－1－33　酒西盆地生油岩热解的S_2/S_3与I_H和I_O关系图

君庙背斜带已具雏型，为油气运移提供了条件。上新世末期的喜山运动，对盆地产生巨大的挤压应力，使地层发生强烈褶皱和断裂，构造幅度增大，促使油气向构造高点运移和聚集。盆地内绝大多数油田都在此期形成。

2. 油气运移渠道

(1)通过大断裂作垂向运移，这是原油从白垩系生油层进入第三系储集层的主要渠道。青西凹陷生成的油，通过牛沟断层、509断层进入第三系储集层；石北凹陷的油，通过白南断裂带进入北部单斜带的第三系储集层中。第三系储集层物性好，横向较稳定，油气在第三系可以较长距离的运移。运移过程中富集于构造高点或其它条件的圈闭之中，形成了酒西盆地诸油田。

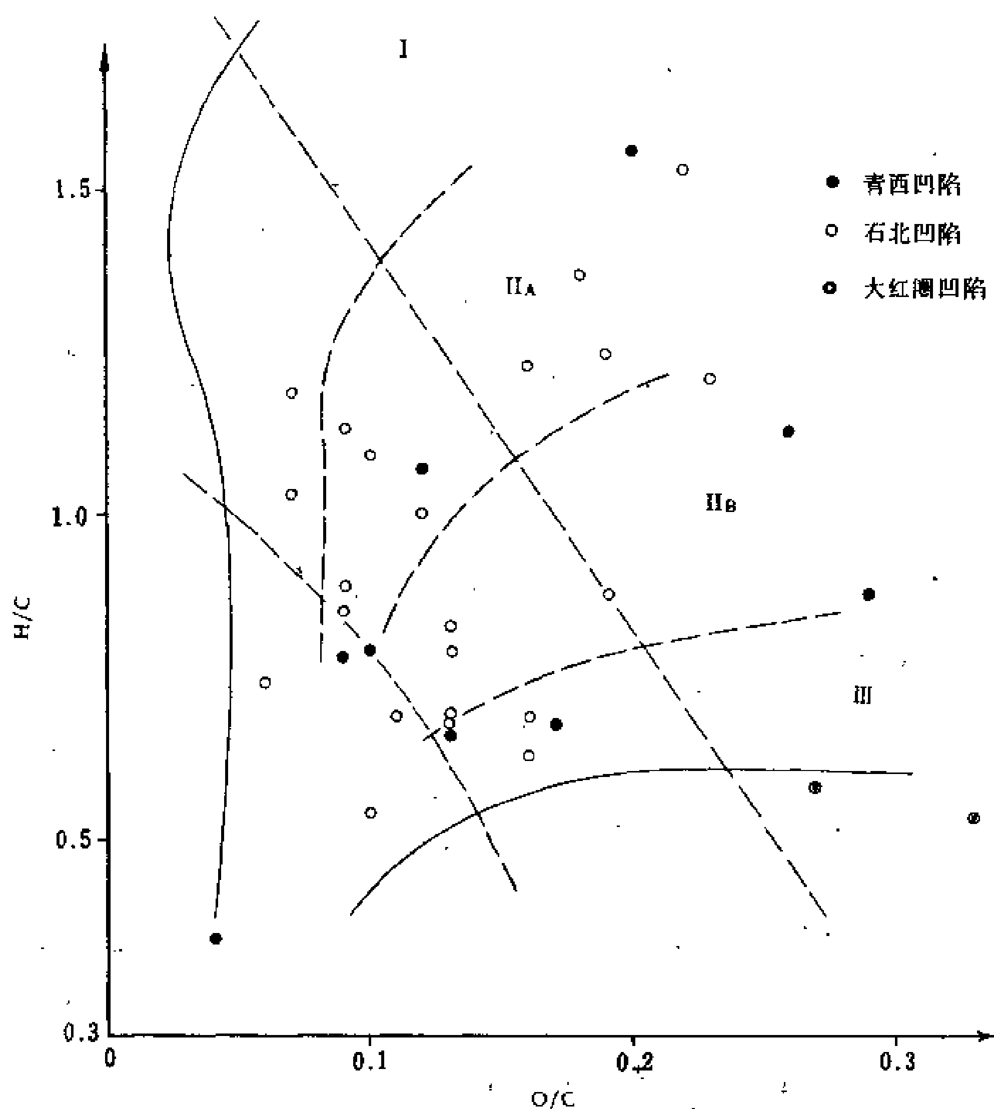


图 5－1－34 酒西盆地干酪根元素分类图

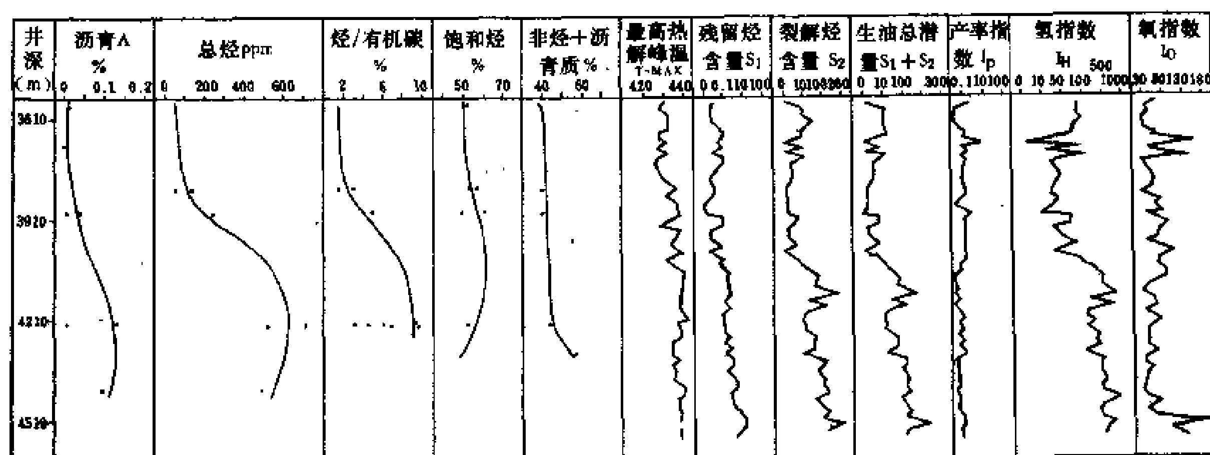
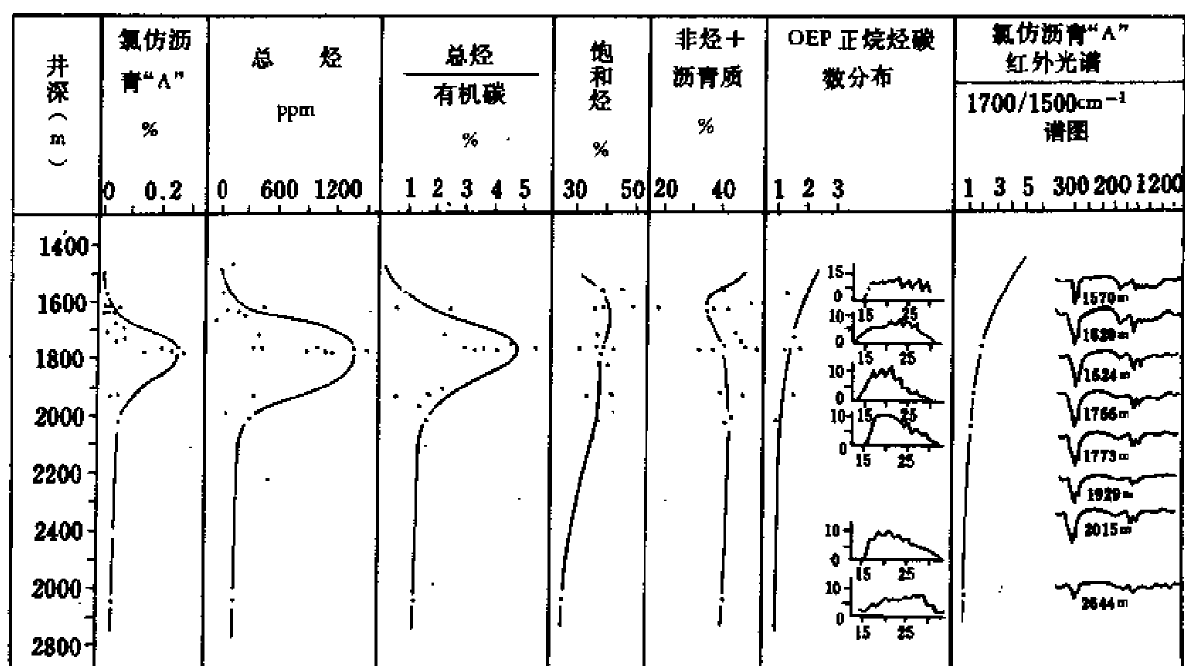


图 5－1－35 青西凹陷西参1井热演化曲线图



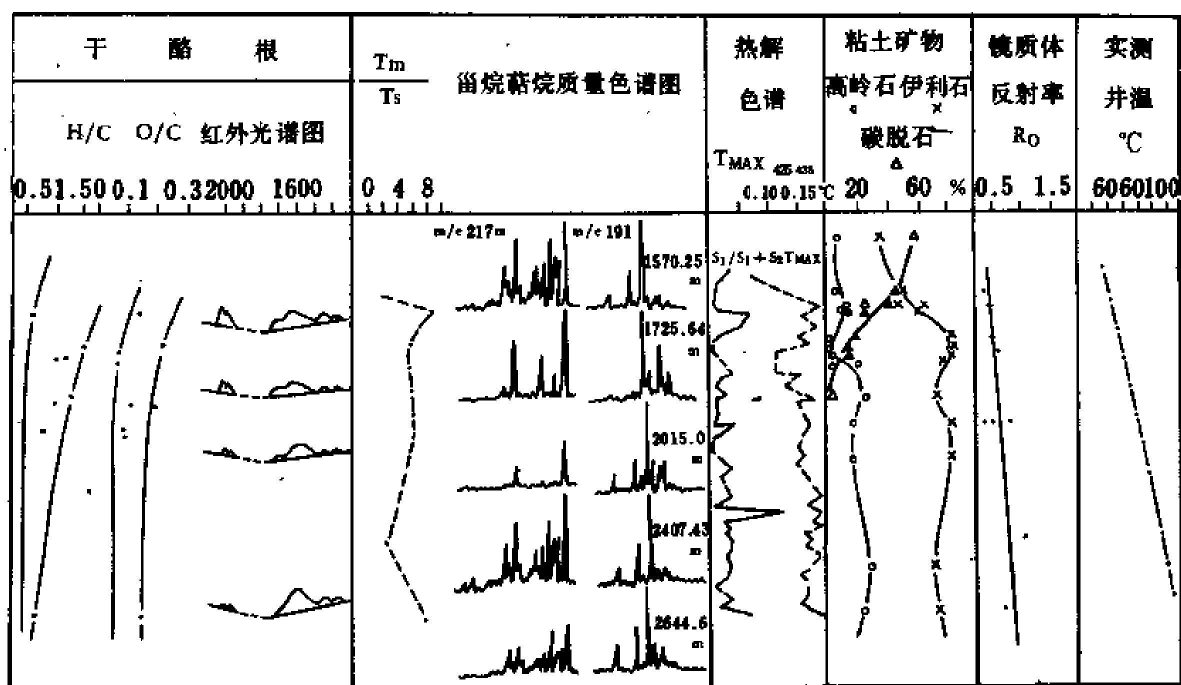


图5-1-36 石北凹陷单25井热演化曲线图

注：该井氯仿沥青"A"、总烃等资料与热解、镜质体反射率似有矛盾，有待进一步研究

(2)通过层理面和微裂隙进行侧向和垂向运移，进入白垩系储集层，运移距离短，聚集于有利构造或岩性圈闭中，形成自生自储油藏。

(3)沿白垩系和志留系之间的不整合面作侧向运移，在地层圈闭中形成油藏，如鸭西古潜山油藏。

3.油气运移方向

据中国科学院兰州地质研究所的研究，原油在地下运移过程中，由于岩石的层析作用，使原油的物理及化学性质发生变化，重组分和具极性的组分在油气运移的方向上一般减少，反之增加。原油的粘度、比重等物性，在纵向及横向运移中也都发生变化。

陶国立也指出，酒西盆地原油中的 β 胡罗卜烷的含量随距油源距离的增加而降低。甾烷分子参数和镍卟啉含量亦指示原油运移方向(表5－1－14)。

表5－1－14 老君庙背斜带 L .M 油层原油性质变化表

项目 \ 层位/地区	L层			M层	
	鸭儿峡	老君庙	石油沟	老君庙	石油沟
比重 (D_4^{20})	0.8896	0.8790	0.8709	0.8780	0.8772
凝固点(℃)	20.8	15.1	6.1	14.8	7.9
烷烃(%)	69.25	71.21	75.50	68.72	74.27
沥青质(%)	12.65	12.20	10.12	12.77	11.21
饱和烃／芳烃	5.78	5.98	8.92	5.17	7.06
甾烷 $\frac{14\beta17\beta-C_{29}(20S+20R)}{总C_{29}}$ %	36.81	39.68	39.80	39.95	41.47
甾烷 $5\alpha-C_{27}/5\alpha-C_{29}$	0.381	0.389	0.432	0.426	0.430
甾烷 $5\beta-C_{29}/5\alpha-C_{29}$	0.096	0.038	0.199	0.149	0.221
镍卟啉含量(ppm)	37.26	24.14	16.02	25.31	11.69
油气运移方向	西→东			西→东	

通过上述研究，对酒西盆地原油运移方向有以下几点认识：

(1)老君庙背斜带的原油来自青西凹陷，总的趋势是自西向东运移，个别区块有例外。如：鸭儿峡油田610井以西，是向西北方向运移的。

(2)北部单斜带的油气来自石北凹陷，自南向北运移。

(3)原油性质分析表明，石油沟的原油既有青西凹陷原油特征，也有石北凹陷原油特征。证明该油田的油气主要来自青西凹陷，少量来自石北凹陷。

近几年的新成果表明，北祁连山前缘存在推覆体，石北凹陷的一部分被掩覆在老地层之下。油气可能沿断裂作垂向运移至第三系及老地层之储集层中。

六、储集层

(一)第三系碎屑岩储集层

1.研究简史

早在50年代之前，地质学家们通过长期的勘探和开发实践，认为第三系白杨河组间泉子段是盆地的主要储集层，而干油泉段和火烧沟组中、上段是盆地的次要储集层，这些储集层皆为内陆碎屑岩孔隙型储集层。

60年代，对第三系储集层的岩相以及油藏形成条件进行了研究，认为白杨河组间泉子段是盆地的区域性碎屑岩储集层，总厚400～500多米，自下而上由两个沉积旋回构成，即间泉子段与石油沟段构成下旋回；干油泉段则为上旋回。在盆地内主要有四个三角洲砂岩体：南部为老君庙和羊蹄沟砂岩体，北部为乔家和砚瓦山砂岩体。

火烧沟组中、上段为盆地北部主要储集层，属冲积扇—河流砂岩体。在乔家—单西地区，厚100～900米，渗透率100×10^{-3}～1000×10^{-3}平方微米；在红柳峡地区，根据地面资料，岩性混杂且粒度较粗，渗透率小于100×10^{-3}平方微米。

70和80年代，随着油田开发程度的加深和科学技术水平的提高，对储集层有了进一步的认识，特别是近年来在宏观上对第三系主要油层的沉积相进行了研究，在微观上，应用薄片、铸体薄片、扫描电镜、X射线衍射和压汞曲线等技术，对储集层的孔隙结构以及用孔隙结构参数定量评价储集层等方面进行了工作，并取得了新的成果。

2. 储集层类型

第三系储集层岩性主要为粗、中、细砂岩和粉砂岩，次为砾状砂岩、含砾粉砂岩。储集空间以孔隙为主，但在老君庙等地区M层中的裂缝也是主要的空间。第三系自下而上含油层分为：火烧沟组中、上段，白杨河组间泉子段的M层和L层砂岩以及干油泉段的K层。根据砂岩体的成因，可分为四种类型的储集层，即：冲积扇、辫状河、分流河—三角洲和滨湖砂岩体（表5－1－15）。

表5－1－15　酒西盆地第三系碎屑岩储集层类型表

储集层类型	岩性	物性		实例
		φ(%)	K(μm^2)	
冲积扇砂岩体	粗、中、细砂岩，含砾粉砂岩，砾状砂岩	15～22	10×10^{-3}～160×10^{-3}	石油沟L层 老君庙M层
辫状河砂岩体	砾状砂岩，粗、中、细砂岩	22～28	600×10^{-3}～1200×10^{-3}	老君庙L_3
分流河—三角洲砂岩体	细砂岩，粉砂岩，泥质砂岩	20～24	100×10^{-3}～988×10^{-3}	鸭儿峡L_2、L_3 老君庙L_1、L_2
滨湖砂岩体	粉细砂岩，粉砂岩	20～21.7	69×10^{-3}～287×10^{-3}	鸭儿峡L_1以及13井区L层

3. 孔隙结构

(1) 孔隙类型

第三系碎屑岩储集层一般为长石石英砂岩，胶结物为泥铁质、钙质、石膏以及粘土矿物，其胶结类型为接触型、基底型和孔隙基底型，少量混合型。通过薄片、铸体薄片、扫描电镜分析资料，按其孔隙成因分类原则，可分为两种成因七种孔隙：

① 原生孔隙：由成岩作用形成的空隙，包括粒间孔、残余孔隙、原始层间缝三种孔隙。由于石英颗粒次生加大、碳酸盐矿物晶体和粘土矿物的充填，这些孔隙呈它形或被充填。

② 次生孔隙：可分为两种，一是由成岩后生变化而形成的孔隙，包括粒内孔、胶结物晶

间孔；二是由构造作用形成的裂缝，包括粒间缝、胶结物内缝等微裂缝和岩石变形形成的裂缝。

第三系储集层孔隙类型以原生粒间孔隙为主，其它孔隙次之。如老君庙 L 层，孔隙类型以不规则的粒间孔为主，孔径中值47.8微米，粒间缝次之，偶见溶蚀孔，平均孔隙度23%、渗透率 619×10^{-3} 平方微米。老君庙 M 层中发育有切割颗粒呈树枝状的微裂缝和层间裂缝，构成裂缝—孔隙型储集层，M 层粒间孔径20～30微米，微裂缝宽1～10微米，层间裂缝密度6～25条/米，垂直和斜交裂缝密度一般1～2条/米。这些孔隙和裂缝组成复杂的孔隙空间网，为良好的油气储集和渗流场所。

(2) 孔隙结构特征

① 孔喉分布特点：储集层类型不同其孔喉分布也不同，冲积扇砂岩体孔喉以中小微孔喉分布为主，其中小孔喉孔隙体积所占比例更高。孔喉分选性较差，不同孔喉孔隙体积百分数相差不大，在孔喉频率图上可见，孔喉复杂而分散，呈多峰或平台状。辫状河和三角洲砂岩体以大中孔喉分布为主，分选较好，在孔喉频率图上，频率高峰在较大孔喉区，且为高值，其它皆低平。

冲积扇、辫状河和三角洲砂岩体孔喉分布特征见表5－1－16。

表5－1－16 不同沉积类型孔喉分布表

砂岩体类型	孔喉分布百分数（%）			非渗流孔喉、孔隙百分数（%）	孔喉频率图特征
	<0.1μm	<0.691μm	>7.8μm		
冲积扇（老君庙 M 层）	30～60	40～90	<1	<0.037μm 20～50	中小微孔喉为主，分选差、峰值10%，分布复杂分散，呈宽缓单峰、双峰、平台状
辫状河和三角洲（老君庙 L 层）	5～10	20～50	3～35	<0.037μm <5	大中孔喉为主，分选好，峰值13～28%，多呈单高峰，其它为低平状

经研究确认第三系储集层流动孔隙下限为0.691微米，而孔喉 >1μ 百分数（孔喉大于1μ 的孔隙体积占孔隙体积的百分数简称 >1μ 百分数）反映了孔隙结构特征，即：随 >1μ 百分数增加，则 K 和 φ 增加，D_m、排驱压力下降，故影响储集层物性的主要因素是孔喉分布特征。

② 毛管曲线类型：储集层毛管曲线可分为四种类型，从斜直型到平直型。根据现有 φ、K 和孔隙结构资料，确认第三系储集层为中低渗透层，且可分为好、较好、中、差四个等级（表5－1－17）。

4. 储集层分布

(1) 南部隆起区

间泉子段在石油沟地区厚约140米，岩性较粗，以块状砂岩为主，属冲积扇砂岩体。孔隙度一般20%左右，渗透率 50×10^{-3} ～ 300×10^{-3} 平方微米，产油量较低，一般为3立方米/日。石油沟油田以 M 油层产油为主。

间泉子段在老君庙—鸭儿峡地区，厚约200～360米，砂泥岩互层十分明显，发育 M、L 层两套储集层，属冲积扇、辫状河及三角洲砂岩体，孔隙度在24%左右，渗透率

表 5-1-17 第三系储集层等级分类表

储集层等级	K (μm^2)	φ (%)	D_{50} (μ)	P_{50} (mPa)	毛管曲线形态
好	$>400\times10^{-3}$	>25	>4	<0.98	低平型
较好	$400\times10^{-3}\sim100\times10^{-3}$	25~20	2~4	<0.98	↑
中	$100\times10^{-3}\sim10\times10^{-3}$	20~15	0.77~2	>0.98	|
差	$<10\times10^{-3}$	<15	<0.77	>>0.98	斜直线型

$10\times10^{-3}\sim1200\times10^{-3}$ 平方微米物性差别较大。初产 10 ~100 立方米／日，为盆地主要油区。

间泉子段在青草湾及鸭儿峡西地区，厚约 100 ~ 200 米，岩性显著变细，以灰绿色泥岩为主，夹薄层粉细砂岩，单砂层厚一般皆小于 0.5 米，属浅湖相。孔隙度 6 ~ 8%，渗透率 $10\times10^{-3}\sim17\times10^{-3}$ 平方微米。1953 ~ 1954 年，在青草湾钻探证实，间泉子段岩性变细，出现了灰绿色泥岩层并夹石膏层，物性极差，无油气显示。

干油泉段仅在老君庙构造顶部含油，称为 *K* 层，厚 45 米左右，有效厚度 13 米，孔隙度一般为 9 ~ 20%，渗透率 $8.9\times10^{-3}\sim295\times10^{-3}$ 平方微米。

(2)中央拗陷区

自 1959 年至 1984 年，在中央拗陷各个凹陷内或边缘，钻穿间泉子段的井共有 29 口。间泉子段厚度在青西凹陷西参 1 井大于 100 米，在其余各凹陷均小于 100 米。岩性为桔红色中、细粒或细粉砂岩，物性变化大，一般而言，鸭北凸起以东岩性较粗，物性较好；以西岩性较细，物性较差。如青西凹陷中央地区，以泥岩为主，石北和大北凹陷中央地区以中、细砂岩为主夹泥岩。

(3)北部斜坡区

第三系火烧沟组仅分布于盆地的北部，1957 年，朱国华、霍永录等已将白杨河油田的间Ⅲ层对比为 E_3h_3；1964 年李永汉、张福顺等认为 E_3h_{2+3} 也是盆地主要的孔隙型储集层。

E_3h_{2+3} 下部为块状砂岩，上部为砂泥岩互层。下部物性较好，孔隙度 24 ~ 26%，渗透率 $400\times10^{-3}\sim600\times10^{-3}$ 平方微米；上部物性较差，孔隙度 16 ~ 27%，渗透率 $10\times10^{-3}\sim100\times10^{-3}$ 平方微米。在宽台山—乔家一带厚度大，向东南方向减薄，尖灭于单北和白杨河油田以东附近，是盆地北部白杨河、单北油田的主要孔隙型储集层。

(二) 白垩系碎屑岩储集层

侏罗—白垩系为内陆小型淡水湖泊碎屑岩沉积。无论在横向上还是纵向上，岩性、岩相变化都很大，因此，砂砾岩体沉积类型多，孔隙结构复杂，物性变化剧烈。目前已在白垩系储集层中找到了岩性油藏，因此，很有必要对其基本特征进行认识。

1. 研究简史

白垩系作为酒西盆地的生油层系早已被人们所接受，但把它作为一个储油层系来加以认识却经历了一个较长的过程。

1944 年在老君庙构造上钻 DH1 井时，井深 686.00 ~ 882.20 米，白垩系中见沥青和

含油砂岩。

1953年又钻DH3井，在白垩系上部取心，发现局部砂岩含油、含沥青。白垩系的含油性开始引起人们的注意。

1956～1964年先后在老君庙背斜构造上钻探17口井，经试油，仅在少数井如119、407等井中获日产1.27～1.76立方米的原油，但无工业价值。

1964年许在谷、李永汉等人在酒泉西部盆地油气聚集条件和油气运移聚集规律的研究中讨论了盆内白垩系砂质储集岩的发育情况，指出在老君庙至鸭儿峡一带，白垩系主要是棕红色的泥砾岩和泥岩互层，砂层薄且不发育，多为透镜体状，胶结致密，物性差，从而把老君庙背斜带列为白垩系无远景区。同时指出，在盆地北部，白垩系上部，砾、砂、泥岩互层，砂岩发育，物性好，为有利储集层段。

1975年，玉门石油管理局在鸭儿峡西部地区发现了白垩系的构造－岩性油藏，研究院勘探室确认储油层位属白垩系新民堡群上部地层，它是一套红色砂、砾岩和泥岩的沉积建造，下粗上细的沉积旋回明显，可分为两个岩性段，在鸭西地区，下段是主要储集层，上段是局部性盖层。由两个洪积扇复合体叠合而成。

1982年，玉门石油管理局研究院勘探室进一步对酒西盆地侏罗—白垩系沉积相作了研究。提出侏罗—白垩系属内陆湖泊沉积，其中洪积扇、湖滨冲积扇、浊积扇、三角洲前缘砂和滨浅湖滩砂等都有储集条件。但其沉积不稳定，横向变化大，物性差，只有当它们与生油凹陷、圈闭等条件有机匹配时，才有可能捕获油气形成油气藏。

2.基本特征

(1)孔隙度和渗透率

白垩系为陆相湖泊碎屑岩沉积，岩石颗粒粗、分选差，成熟度低，钙质、铁质、硅质和泥质为主要胶结物，因此物性普遍很差，属低渗透储集层。

赤金堡组储集层为洪积、河流相和浊积相，物性普遍很差，较好的地带位于石北—大北凹陷的白南3和单20井区。据白南3井储油层分析，含砾砂岩和砾状砂岩的孔隙度9～16%，渗透率6～ 34×10^{-3} 平方微米。

下沟组沉积稳定分布广泛，沉积相类型丰富，但砂砾岩仍为快速堆积之产物，物性仍然很差，据老君庙地区926井白垩系含砾砂岩及砂岩的物性分析，孔隙度一般小于10%，渗透率小于 0.987×10^{-3} 平方微米，个别达到 44.4×10^{-3} 平方微米。因此在老君庙地区，白垩系中虽有油气显示，但物性太差，未能形成油藏。

鸭儿峡地区，下沟组为洪积河流相沉积，储油层主要属扇中亚相带，物性较好，孔隙度6～19%，一般为8%，渗透率 0.987×10^{-3} ～ 44.4×10^{-3} 平方微米。但由于受断裂活动的影响，裂隙发育，储集层为孔隙—裂隙含油，因此，油井仍能高产。

在青西凹陷，下沟组半深—深湖亚相带为泥页岩、泥晶白云岩、泥灰岩和粉砂岩互层，物性更差，孔隙度在1.27～7.13%之间，平均为4.31%，渗透率在 $(0.1\sim1.6)\times10^{-3}$ 平方微米之间。西参1和柳1井所以能获得工业油流，是因为储油层中裂缝和溶蚀孔比较发育。

中沟组为湖盆萎缩时期的沉积，洪积—河流相为主要沉积类型，物性普遍很差。

总之，据1986年1577块物性样品统计，酒西盆地白垩系碎屑岩储集层的孔隙度多小于15%，一般在5～10%之间，渗透率一般小于 10×10^{-3} 平方微米，且主要在 1×10^{-3} 平方微米左右。因此，将白垩系储集层归人低孔渗储集类型是符合实际的。

(2)孔隙结构

1986年，玉门石油管理局研究院与西安地质学院合作，对酒西盆地侏罗—白垩系储集层进行了研究，顿铁军和李华明等采用W.V.恩格尔哈特等人的孔隙成因分类原则，将白垩系储集层孔隙分为两种成因八种类型：

① 原生孔隙

包括粒间孔、微孔和微裂缝三种类型。粒间孔在粗碎屑岩中比较发育，但孔隙常被自形白云石、自生石英、柱状方解石和高岭土等矿物充填。

② 次生孔隙

包括溶蚀孔、晶间孔、交代残余孔、粒间缝和构造裂缝五种类型。在砂砾岩中普遍可见溶蚀孔，长石被溶蚀成蜂窝状，石英被溶蚀成港湾状。在鸭西和青西地区，构造变动剧烈，致使构造裂缝发育。

粒间孔、溶蚀孔和构造裂缝是白垩系储集层的主要孔隙类型。大北—石北地区是以粒间孔和溶蚀孔为主的孔隙区；鸭西—青西地区是孔隙—裂缝双重介质的孔隙区。

(3)孔喉分布

据压汞资料分析，白垩系储集层孔隙的最大孔喉半径均在10微米以下，多为0.5～6微米。孔喉半径中值比较低，几乎都小于1微米，多在0.1～0.5微米之间。由此可见，白垩系储集层多属于细喉道类型。

3.储集层类型

从沉积相的角度可将储集层划分为洪积扇相、河流相、扇三角洲相、三角洲相、滨浅湖滩砂和浊积相六种类型。但从孔隙度、渗透率、孔隙结构和孔喉分布等特征来划分，白垩系碎屑岩储集层是属于低孔渗细喉道储集层类型。

(三)前白垩系储集层特征

盆地内三叠系、二叠系和石炭系砂砾岩发育，但物性极差，孔隙度一般小于10%，渗透率为0，无孔隙储油条件。盆地内志留系分布广泛，主要由变质的细粉砂岩和千枚岩组成，次为白云岩。孔隙度2.5%左右，渗透率为0，也无孔隙储油条件。但当它们在构造等地质营力的作用下，裂隙极其发育时，就具备裂隙储油条件。

玉门研究院等单位曾多次研究了鸭儿峡基岩油藏的形成机理，指出志留系灰绿色千枚岩与粉细砂岩间互层，裂隙发育。开口裂隙的发育程度，决定了含油的好坏。如鸭114井，开口裂隙密度49条/米，开口裂隙中含油裂隙占69.4%。

鸭儿峡基岩油藏，位于老君庙背斜的西端，由志留系泉脑沟组组成不对称背斜。北陡南缓，南翼向南西倾，四周被断层切割，侏罗—白垩系沉积时，四周断裂活动使其抬升成断块潜山。在这个断块潜山上，发育有一系列的"人"字形断层，这些断层控制着裂隙的发育程度，控制着油气的高产富集。

志留系裂隙储集层，目前只在鸭儿峡断块潜山上发现，主要靠裂隙储油，形成基岩油藏。石炭—二叠系裂隙储集层，仅在石油沟油田少数井中储油。如石46、石51、石66等井，产量极低，而且递减极快。如石51井二叠系砂页岩裂隙储油，初产10吨/日，一周内降为2吨/日；石66井石炭系砂页岩裂隙储油，经试油仅产油0.3吨/日。

七、水文地质

酒西盆地水文地质工作的主要目的在于解决玉门油田的供水问题，并为玉门油田的发展提供更加充足的水源。

(一)研究简史

区内水文地质工作始于1954年，截至1962年区域水文地质工作基本结束。大致可划分为以下两个阶段。

1. 区域水文地质调查阶段

1954～1956年为区域水文地质调查阶段，石油管理总局地质局酒泉地质大队109队和110综合研究队、玉门矿务局地质调查处水文队和101队作了大量的工作，他们调查了区内的自然地理和气候、地表水和地下水的分布及水化学特征，编制了水文地质综合图及一系列有关图表；编写了水文地质工作总结报告。他们的研究成果与建议基本上解决了玉门油田的水源问题。

2. 局部地区水文地质调查阶段

在区域水文地质调查研究工作的基础上，自1957至1962年，玉门矿务局地质调查处105队、104队以及玉门石油管理局104队，又对区内的石油河谷、青草湾和北部单斜带等地区的水文地质条件作了专门的调查和研究。他们的研究进一步加深了对区域水文地质特点的认识，有效地指出了各探区的供水条件，为玉门油田的发展提供了充足的水源。

1962年以后，水文地质工作转向油田水以及深层水的分析研究。

此外，地质部水文地质队也在酒泉盆地作了大量的水文地质工作，由于工作目的不同，在此就不论述了。

(二) 区域水文地质特征

酒西盆地为北西—南东方向伸展的菱形盆地，地形总趋势为南高北低。南部山前带冲沟发育，地形复杂，河谷下切深度达100米以上；中部地形平坦，坡度小于3%；北部宽台山、黑山为老年期地形，山岭相对高差200～300米。

1. 地形的成因类型

据张福顺等水文工作者的研究成果，可将盆地的地貌划分为以下四种成因类型（图5－1－37）。

(1)侵蚀构造类型

以侵蚀作用为主，祁连山、宽台山、黑山属之。由于构造运动山地强烈上升，沟谷深切，形成了明显的切蚀地形。老地层出露，裂隙发育，含裂隙水。老地层之上仅有少量的第四系砂砾石，含少量水。

(2)构造剥蚀类型

剥蚀与堆积作用同时存在，盆地南部的前山带属之。石油沟至青草湾一带，第四系玉门砾岩和第三系组成的背斜构造顶部遭受剥蚀，近南北向的冲沟及河谷截切背斜带，切割深度大于100米，第四系侵蚀与堆积作用形成了南岗、东岗和市中心三个三级阶地，从而使该区变为复杂的山前丘陵地形。

该区泉水出露广泛，大多为下降泉，一般沿第四系和第三系的接触面溢流。

(3)堆积类型

以堆积作用为主，盆地中央带属之。第四纪洪积—冲积物广泛分布。潜水深埋地下达250～400米，地面上无任何泉水出露，为潜水承压区。

(4)侵蚀类型

以侵蚀作用为主，宽台山与黑山之间的丘陵平原带属之。地形海拔低，泉水溢出并汇集

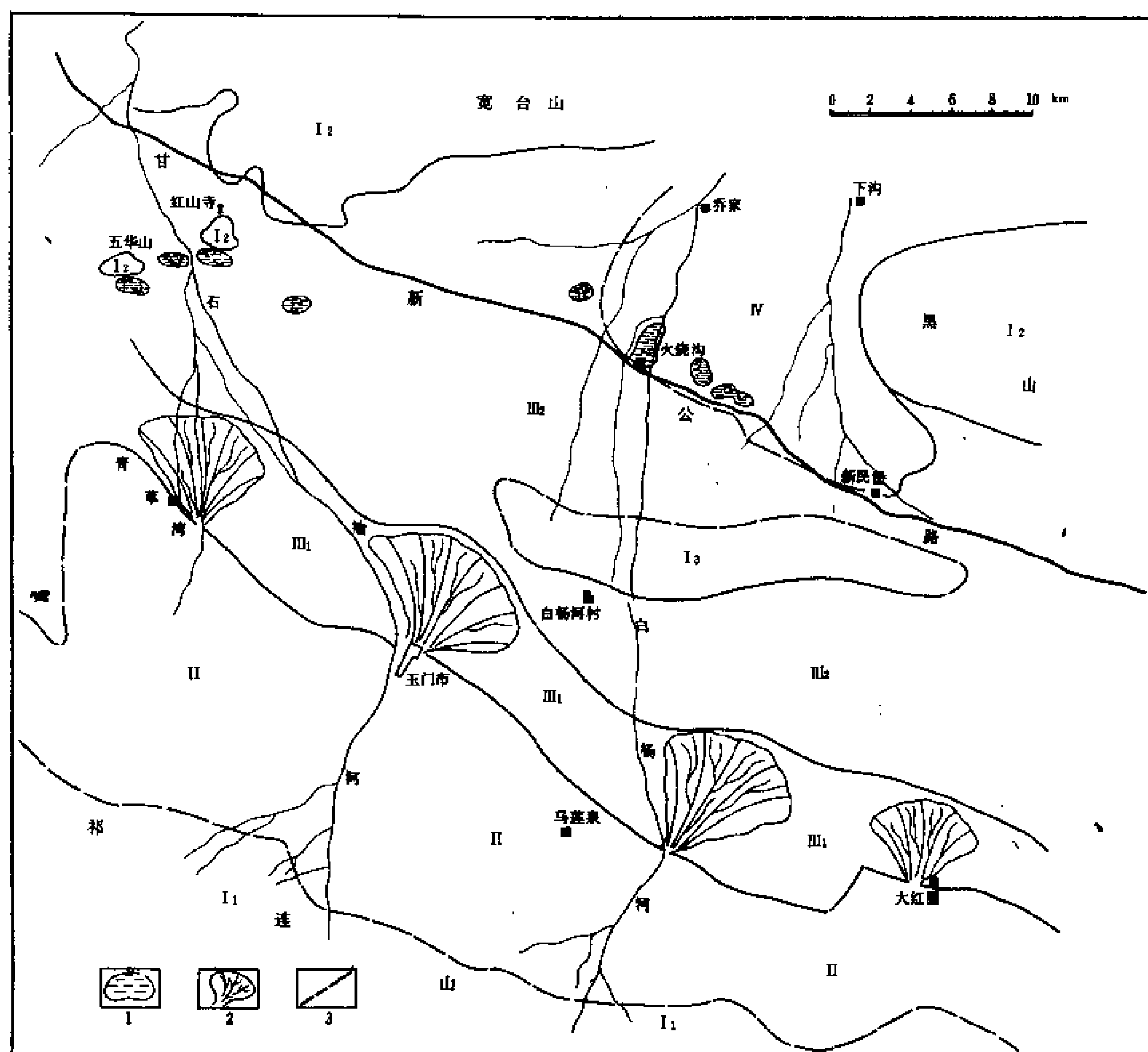


图 5－1－37 酒西盆地成因地貌图

Ⅰ—侵蚀构造地形；Ⅱ—构造剥蚀地形；Ⅲ—堆积地形；Ⅳ—侵蚀地形；
1—泥炭沼泽地；2—冲积扇；3—地貌分界线

成溪流，割切深度小于 50 米。

2. 地面水的分布及性质

祁连山区是盆地水的补给区，大气降水和雪水自南山流出后，一部分为地表水，另一部分渗入地下成为潜水。每年 7 ～ 9 月份为洪水期，洪水沿山前冲沟、河流奔腾而下注入盆地或向北流去。水型为重碳酸盐，固体总量为 229 ～ 590 毫克／升。

白杨河属疏勒河水系，出祁连山经天生桥，直达白杨河村而消失。在天生桥以南，河谷为“U”形，下切深度达 80 ～ 100 米；天生桥以北，由于第四系增厚，白杨河水大量渗透于地下，河水冲刷力变弱，下切深度仅 0.5 米，河水漫流无固定河床。据 1956 年天生桥水文站资料，白杨河最大流量 400 万立方米／日，最小为 1.7 万立方米／日。每年 12 月结冰，

翌年4月中旬融冰。水质为重碳酸盐—硫酸盐型，固体总量为200～300毫克/升。水质很好，可供饮用及工农业用。

石油河属疏勒河系，源于祁连山内秃地大滩，全长100多公里，在玉门市四台以南为“U”形河谷，下切深度50～100米；以北下切深度小于5米。河床也不固定，赤金峡河口以北下切变得复杂。石油河最大流量在老君庙河段为269.8万立方米/日，最小为0.6万立方米/日。每年11月结冰，翌年4月解冰。水质属重碳酸盐—硫酸盐型，固体总量为300～400毫克/升。为良好淡水，可供民用和工业用水。

3. 泉水分布及性质

走廊南缘大断裂以南，主要分布着古生界变质岩系，由于祁连山区降水和雪水丰富，灌人裂隙之中形成下降泉，出露于崖壁上，但流量很小，一般小于1立方米/日。

走廊南缘大断层以北的山前带，由于强烈褶皱而抬升，石炭—二叠系、侏罗—白垩系、第三系出露，第四系覆盖其上。第四系有下降泉，局部承压为上升泉，泉水一般沿第四系与第三系接触面流出，泉水流量1～3000立方米/日，一般为100立方米/日。二叠系中也有裂隙下降泉，仅出露于石油沟火石山一带。

泉水水型为重碳酸盐—硫酸盐型，固体总量1300～1500毫克/升。可供民用和工业用。

盆地北部黑山、宽台山和五华山南麓地区，地面海拔1600～1800米，为盆地最低凹部分，而第三系及基底为南倾单斜构造。第四系潜水和第三系地下水混合出现，泉水多半为上升泉，泉水溢出汇成小溪，如缮马城、下沟小溪涓涓向北流去。流量达100立方米/日。

泉水水型为重碳酸盐—硫酸盐型，固体总量为200～600毫克/升。可供民用和工业用。

4. 地下水的分布及特征

第四系和第三系疏勒河组为盆地内主要含水层。至于白杨河组、火烧沟组以及白垩系含水层，由于它们深埋地下，矿化度高，资料很少，在此不作论述。

(1) 第四系含水层及水性

主要指玉门砾岩及酒泉砾石层含水组。第四系的分布特征见地层部分的描述。

酒泉砾石层胶结疏松，孔隙大，渗透性和富水性均较好。自山前带向中央带，第四系洪积—冲积物向北延伸入戈壁滩。酒泉砾石层普遍含水，但在不同地段也有差异（图5–1–38）。在石油河谷两岸，东岗区和市中心区的洪积—冲积层富含水，最大涌量大于10升/秒，透水系数也大，最大可达每昼夜90米。在青草湾地区地下15～30米，即可钻遇含水层并能自喷，在小青草湾沟和西沙河一带以泉水形式出露，向北流至戈壁庄汇成小溪，流量约为30升/秒。在老君庙构造西牛胳套泉水附近，坑探潜水面深仅为4米，畅流量在冬季每昼夜可达200～300立方米。在荒田地、马弥陀和大红圈附近沿构造线一带，第四系含水层皆有泉水流出，其中以大红圈附近泉水最大，冬季流量每昼夜可达2800立方米。

酒泉砾石含水层的水质较好，一般阴离子含量10毫克当量/升，不溶固体约200～400ppm，属微咸性水，可供饮用。

玉门砾岩主要分布于南山至中央带南部边缘，呈垅岗状山丘延展。由于胶结较好，孔隙度仅8～14%，渗透性较差，很少含水，往往是干层。在老君庙构造北翼，玉门砾岩与第

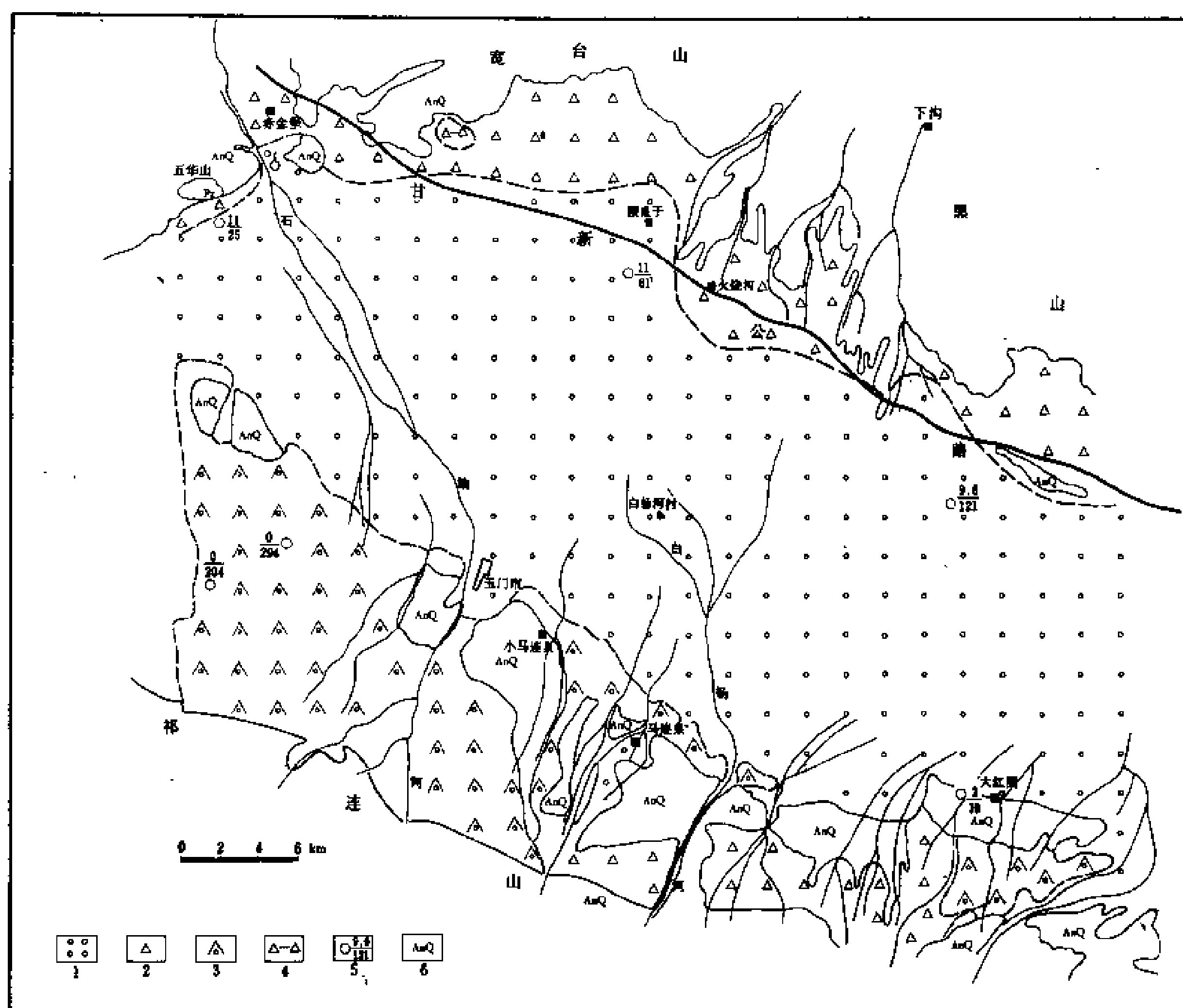


图 5－1－38　酒西盆地第四系含水性图

1—含水丰富，钻孔最大涌量 >10 升／秒，阴离子总数 <15 毫克当量，碳酸盐水；2— 含水较丰富，最大涌量 1 ~ 10 升／秒，阴离子总数 <15 毫克当量，碳酸盐水为主；3—透水层；4—阴离子总数 15 ~ 45 毫克当量，硫酸盐水为主，次为碳酸盐水；5—分子为最大涌水量，分母为井深（米）；6— 前第四系

三系疏勒河组不整合接触，泉水出露常以玉门砾岩为底板，流量极小。

（2）第三系疏勒河组含水层及水性

疏勒河组中上部的牛胳套和胳塘沟段为主要含水组。牛胳套和胳塘沟段为砾岩、砂岩和泥岩的间互沉积，既有储水层又有隔水层，具备承压条件（图 5－1－39）。但在不同的地形和构造条件下，承压条件差别很大，如在老君庙至大红圈背斜构造部分，因隆起高于河流最高洪水位之上，且遭到部分剥蚀，所以失去了含水层之完整承压条件。在背斜的轴部只接受大气降水的补给，因而造成背斜南部的向斜构造中，含水不丰富；在背斜的北翼因遭老君庙逆冲断层之破坏和侵蚀，地下水溢出补给第四系潜水。

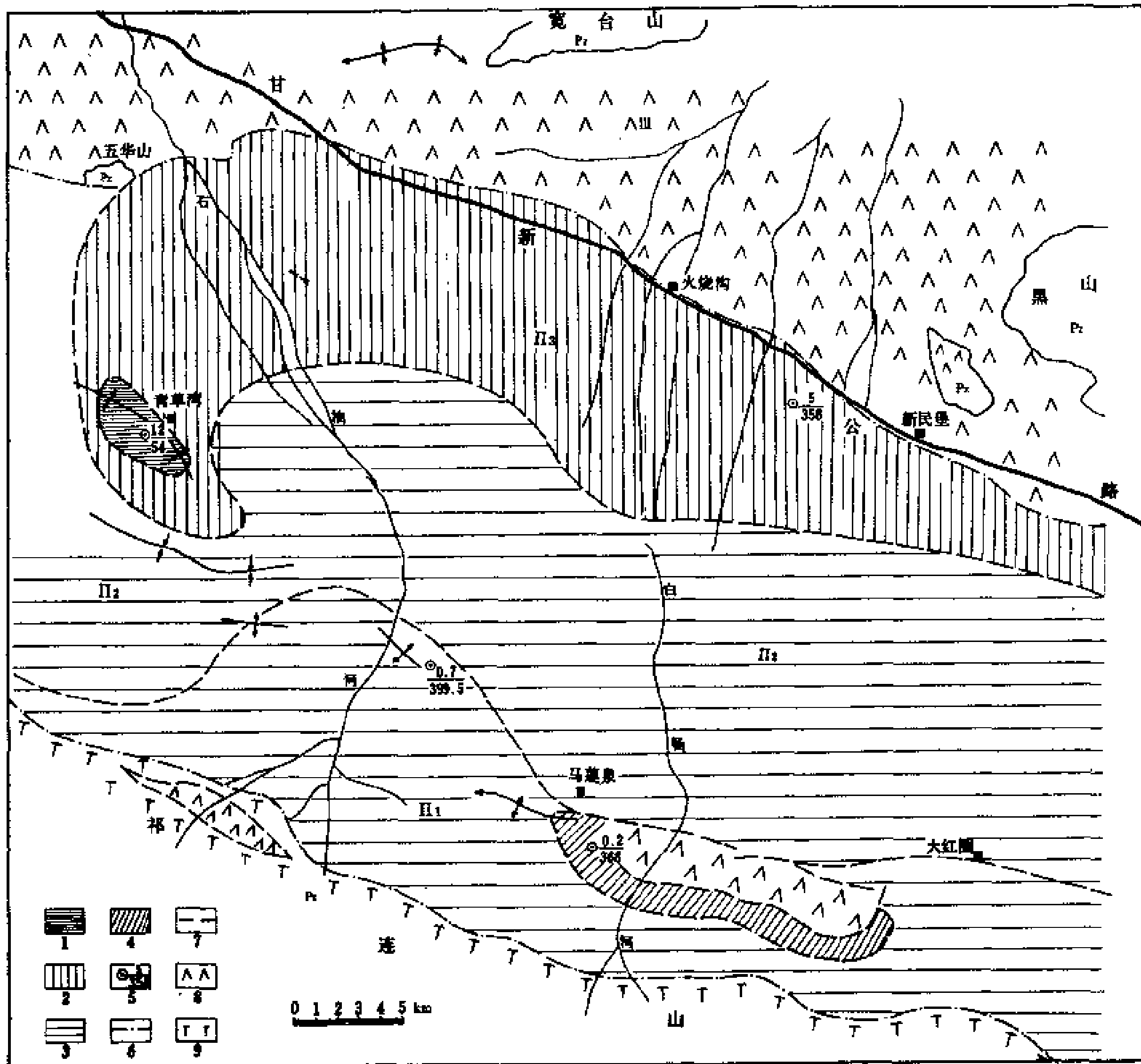


图 5－1－39　酒西盆地前第四系含水性图
（据玉门矿务局，1956）
1—最大涌量 >10 升／秒；阴离子总数 15 ～ 45 毫克当量，主为碳酸盐水、次为硫酸盐水；
2—最大涌量 1 ～ 10 升／秒，阴离子总数 15 ～ 45 毫克当量，主为碳酸盐水、次为硫酸盐水；
3—最大涌量 0.1 ～ 1 升／秒，水性同上；4—高矿化度复杂水；5—分子为最大涌水量，分母为水层顶板深度；6—一级水文地质分界；7—二级分界；8—透水层；9—水容度很大的岩层，钻孔最大可能涌水量 0.01 ～ 0.1 升／秒

在青草湾地区，情况就大不相同，这里疏勒河组厚达 1000 余米，构造幅度低，海拔低，保存条件好。自南而北自上而下其岩性由粗变细，变为砂泥间互层，具备承压水条件。据青草湾供水水源勘察研究成果，认为牛胳套段厚数十米，至少有三个含水层，各层厚 3 ～ 5 米。由于构造剥蚀，冲沟割切而裸露地表，以泉水形式溢出，流量和压力甚微，一般流量 1 ～ 10 升／秒，泉水涌量 644 吨／日。开采价值不大。

胳塘沟段厚约 1100 米，至少有 5 个主要含水层，一般埋深 54 ～ 300 米之间（图

5－1－40）含水层横向变化较大，在短距离内含水层减薄或尖灭，其原因在于胳塘沟段为洪积—河流相沉积，岩性横向变化大。含水层厚6～ 24米，其中第三和第五层含水层厚10～ 12米，水量丰富，流量5～ 10升／秒，含水面积可达4.5平方公里，有开采价值，当5层都钻穿时，可采量至少为15000吨／日。

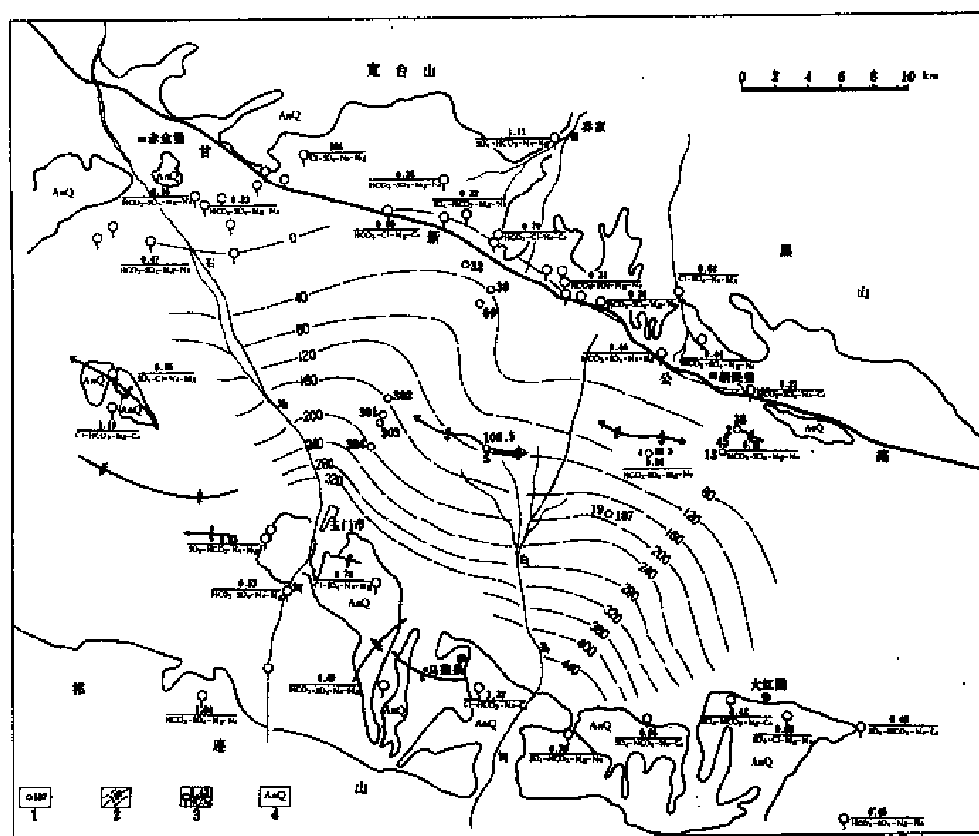


图5－1－40 酒西盆地潜水化学性质及埋藏深度图

1－浅井潜水深度；2－潜水深度线；3－分子为固体总量（克／升），分母为水型；4－前第四系

地下水流向由南而北，水力坡度为6%。含水层压力随深度增加而增大，深度每增加100米，压力增加约5～ 15大气压。

疏勒河组中上部的承压水，主要分布于青草湾、白杨河、惠回堡、南山构造以北和甘新公路以南地区。甘新公胳以北至五华山一线，地下水泄出，补给北部河流及沼泽地区。

总之，第三系地下水补给区为祁连山区，盆地中央带为其主要承压区，而甘新公路以北为其泄水区。

据青草湾水井的分析资料，上述各水层的水型属 $SO_4^{=}$—HCO_3^-— Na^+ —Mg^{++} 水，矿化度小于1克／升，pH值8～ 8．5，比重0．999～ 1．001。水质好，可供民用和工业用。

(3)地下水的垂直分带

通过上述含水层分布及水性的分析，地下水的平面分带极不明显，绝大部分区域内广泛

分布着积极交替带之水型，无论盆地南部泉水还是北部泉水，均为低矿化度的淡水，属碳酸镁质水和硫酸盐水。

本区地下水的垂直分带有一定的规律性，大致可分为：第四系玉门砾岩层以上的积极交替带，水型为重碳酸盐水；第三系疏勒河组的缓慢交替带，水型为硫酸盐一重碳酸盐水；疏勒河组以下为停滞带，水型为氯化物水。

综上所述，我们认为：

1. 酒西盆地是一个复杂的自流水盆地，南部祁连山褶皱带是地下水的补给区，盆地中央拗陷带是地下水的承压区，甘新公路以北的低山丘陵平原区是地下水的泄水区。

2. 祁连山区的大气降水和冰雪消融水出山后渗入地下，成为地下水的主要水源，剩余之水补给河流成为地表水；地下水和地表水流经前山带后，又以泉水出露，既补给河水又渗入地下补给地下水。部分地下水流至盆地北部又以泉水泄出补给地表水。这就是说，地表水与地下水是互补的。

3. 第四系和第三系疏勒河组中上部为区内主要含水层，含水丰富，水质好，可供工农业用；区内石油河、白杨河是主要水源，泉水是次要水源，河水和泉水水质好，可供饮用和工业用。

4. 地下水的垂直分带比较明显，自第四系至白垩系可分为积极交替带、缓慢交替带和停滞带，水型为重碳酸盐、重碳酸盐一硫酸盐和氯化物水。白杨河组、火烧沟组和白垩系含水层深埋地下，矿化度高，无开采价值。

（三）油田水动力与水化学

1. 水动力条件分析

酒泉西部盆地五个油田中，除单北油田水动力比较强外，其它油田水动力能量较弱，驱油能力不大。

（1）老君庙油田

该油田主要由背斜油藏组成，构造南翼普遍存在边水，起到封闭油气的作用。边水除受构造控制外，还受油田内放射状断层的影响。因此，油水边界参差不齐。开采初期，边水有明显的驱油作用。随着开采程度的加深，边水驱油能力逐渐减弱。由人工综合注水补充能量，以保证原油稳产。

（2）石油沟油田

石油沟背斜油藏边水、底水同时存在，越靠近构造边部产水量越大，压力恢复快。因此，只在边部一带受到水压驱动影响，至油田内部逐渐消失。边水因受断层影响，*M* 层和 *L* 层油水分布有所不同。*M* 层比较单一，全油田连成一片。*L* 油层在三区西部受岩性控制呈孤岛状，东部与二、四、五区连成一片。因受断层分割，在油田东部，油水边界大致与构造等高线平行。在断层两侧，油水边界切割等高线沿断层向油田内部推进。剖面上 *L* 层下部几乎都是水，中上部含油。

（3）单北油田

盆地北部单斜带白杨河地区是水动力比较强的地区。单斜带北部火烧沟组大面积出露地表，地面水渗入并沿地层倾斜方向往南西方向渗流。水压梯度 15 ~ 17 米／公里。由于地下水的流动，油水界面倾斜。单北地区油水界面倾斜度 135 米／公里，白东地区变缓为 126 米／公里。油水界面的倾斜度大于地层倾斜度，构成了上倾方向的水动力圈闭。

（4）白杨河油田

该油田是由断鼻油藏构成，产层主要是火烧沟组中上部砂层（E_3h_{2+3}）。油水分布规则，开采早期阶段底水作用明显，具有较强的驱油能量，开采晚期阶段，底水仍有一定的能量。

（5）鸭儿峡油田

主要生产层为 *L* 层。*L* 层断层发育，岩性变化大，使得 *L* 层的油水分布十分复杂。纵向上油水间互，横向上水区和油区交叉，各含油砂层油水边界参差不齐。总体看，油水分布受构造控制，高部位为油，低部位为水。局部地区受断层、岩性影响，出现油区之中有水层，水区之中有油层的复杂情况。

2. 水化学性质

各油田经过长期注水开发，油田水性质变化较大。矿化度明显下降，水型向多型转变，但仍以 $CaCl_2$ 型为主，少数井转变为 $MgCl_2$ 和 $NaHCO_3$ 型，离子含量除 HCO_3^- 增高外，其余均下降。（表 5－1－18）

表 5－1－18　酒西盆地油田水分析表

油田	层位	K^+Na^+ ppm	Ca^{+1} ppm	Mg^{+1} ppm	Cl^- ppm	$SO_4^{=}$ ppm	$CO_3^{=}$ HCO_3^- ppm	含盐量 ppm
老君庙油田	*K*	2412 ~8791	1835 ~2437	399.1 ~249.4	14900 ~19420	39.09 ~1453	0.08 ~51.44	30450 ~33000
	L	16100	3641 ~4695	1120 ~1724	35493 ~31230	1980 ~3551	60.07 ~96.38	62700 ~63000
	M	2020 ~21160	127.9 ~4383	8.9 ~1353	4296 ~40040	461.3 ~2450	29.65 ~118.6	64300 ~6500
石油沟油田	*L*	8000 ~3300	9500 ~1600	230 ~810	1400 ~2500	420 ~700	32 ~120	20000 ~60000
	M	4300 ~8300	420 ~1100	121 ~492.8	9500 ~3600	18.1 ~690	130 ~2700	70000 ~8700
白杨河油田	间 I	133400 ~515.62	2840	777.9 ~63.788	26470 ~741.16	1831	17105	20870 ~26400
	间 II	10790 ~463.97	1830	482.5	20080 ~562.24	1400	96.62	
	E3h	10990 ~472.57	1782	457.6	20870 ~584.36	1386	152.1	37530
鸭儿峡油田	*L*	28570	1643	535	43700	2055	0	
	S	33593	1503	328.32	49000	3240	0	

（1）老君庙油田 *M* 油层

总矿化度 65000 毫克／升，原始地层水为高矿化度的 $CaCl_2$ 型。边水原始矿化度 64000 ～ 70000 毫克／升，层内较边外含盐量低。剖面上自上面下增加，M_1、M_2、M_3 分别为 32200、34200、39900 毫克／升，平均为 35800 毫克／升。因注入淡水，矿化度降低。据十九口井统计，平均为 7843.6 毫克／升，水型仍以 $CaCl_2$ 型为主，有部分变为 $MgCl_2$ 和

Na_2CO_3型。

(2) 老君庙油田 *L*、*K* 层

L 油层总矿化度70000毫克/升，水型 $CaCl_2$ 为主。经注水开发，后期少数井转变为 $MgCl_2$ 和 $NaHCO_3$ 型，总矿化度也降为7996毫克/升，详见(表5-1-19)。

表5-1-19 老君庙油田*L*层开采以来水化学性质变化对比表

项目 / 对比	总矿化度 (mg/L)	Na^+、K^+ (mg/L)	Ca^{+2} (mg/L)	Mg^{+2} (mg/L)	Cl^- (mg/L)	$SO_4^=$ (mg/L)	HCO_3^- (mg/L)
原始	70000	5281.4 ~2939.0	827.9 ~3567.0	190.9 ~768.4	7771.0 ~11680.0	3153.1 ~1509.0	125.6 ~519.8
目前	7996	3776.5 ~1137.9	329.7 ~74.9	137.5 ~33.6	6716.6 ~146.0	378.7 ~3.4	926.4 ~520.5

K 油层总矿化度20000～40000毫克/升，水型为 $CaCl_2$。

(3) 鸭儿峡油田

L 油层的总矿化度为52000毫克/升，水型为 $CaCl_2$。氯离子含量20810～43700毫克/升。

M 油层的总矿化度为65000毫克/升。

志留系油层的总矿化度为89000毫克/升，氯离子含量为49000毫克/升。

(4) 白杨河油田

火烧沟组地层水比较活跃，油层水矿化度偏低，E_3h_{2+3} 油层的总矿化度为9800毫克/升。

N_1b_1 油层总矿化度为7300毫克/升。

水型以 $NaHCO_3$ 为主，次为 $CaCl_2$ 型。

(5) 单北油田

单北 E_3h_{2+3} 油层的总矿化度为2800毫克/升。

白东 E_3h_{2+3} 油层的总矿化度为5594毫克/升，水型为 $CaCl_2$ 型。

(6) 石油沟油田

L 油层的氯离子含量为51000毫克/升。

M 油层的氯离子含量为54000毫克/升。

八、油气藏

(一) 油藏类型的划分

1. 研究简史

酒西盆地自1938年进行石油地质勘探以来，至今已发现五个油田、三套含油层系、五种类型的油藏。对油藏类型的划分研究，以往曾进行过许多研究，详见表5-1-20。

以上研究对酒西盆地油藏特征进行了描述和划分，但对油藏类型的划分，由于不同作者应用的分类原则和方案不同，其结论是不尽相同的。

2. 酒西盆地油气藏类型

油气藏是油气聚集的一个最基本的单元，常常赋存于某一种圈闭之中，而圈闭则是捕获分散烃类形成油气聚集的有利场所，通常由赋存油气的储集空间和防止油气外逸的封堵层

表 5－1－20 酒西盆地油藏类型研究藏史表

时间	作者	研究内容	油藏类型
1957	玉门矿务局	酒西盆地油藏类型	1. 老君庙 K、L_1、L_2、L_3、M_1、M_2、M_3，石油沟 L、M，鸭儿峡 L、M 背斜油藏 2. 白杨河断层与构造结合油藏； 3. 老君庙 L_4、L_5 和小马莲泉岩性油藏
1958	玉门石油研究所	酒西盆地石油地质成果	与上述一致
1958	李德生	甘肃省石油地质特征	1. 老君庙 K 断层油藏 2. 其余与上述一致
1960	玉门石油管理局地质大队	单北鼻褶研究	单北岩性油藏或断鼻油藏
1961	李永汉等	鸭儿峡老地层油藏形成条件	鸭儿峡基岩裂缝油藏
1962	许在谷等	鸭儿峡老地层油藏形成条件	鸭儿峡基岩裂缝油藏
1964	梁定瑚等	单北油田研究	单北水动力封闭油藏
1965	玉门石油管理局地质大队	白杨河地区第三系含油性研究	单北水动力封闭油藏
1965	玉门石油管理局井下处地质大队	白杨河地区第三系含油性	白杨河断鼻油藏
1975	玉门石油管理局地质综合研究队	鸭儿峡老地层油藏研究	鸭儿峡潜山油藏
1976	玉门石油管理局地质综合研究队	鸭儿峡白垩系油藏的形式	鸭儿峡白垩系构造－岩性油藏
1978	玉门石油管理局研究院勘探室	鸭儿峡老地层内幕	鸭儿峡潜山油藏
1979	玉门石油管理局研究院勘探室	鸭儿峡白垩系地层油藏类型	鸭儿峡白垩系构造－岩性油藏
1982	玉门石油管理局研究院	酒西盆地隐蔽性油藏类型预测	1. 老君庙 K、L、M 背斜油藏； 2. 鸭儿峡 L、M 断块油藏； 3. 鸭儿峡白垩系构造－岩性油藏； 4. 鸭儿峡志留系基岩油藏； 5. 白杨河断鼻油藏； 6. 石油沟 L、M 背斜油藏

与造成油气聚集的遮挡条件等三个因素组成。圈闭的成因和形态则决定油气藏类型和储量规模。从勘探实际出发，本着简便、实用的原则，以圈闭的成因和形态作为分类的依据，将油气藏分为五大类六个亚类（表 5－1－21）。

（1）构造油气藏

构造油气藏在酒西盆地占已发现油藏总数的 56%，探明储量占总储量的 83%，是盆地内最重要的油藏类型。

① 背斜油气藏

表5-1-21 酒西盆地油气藏类型划分表

类	亚类	油气藏类型
构造油气藏	背斜	老君庙 K、L_1、L_2、L_3、M 背斜油气藏，鸭儿峡 L、M 背斜油气藏，石油沟 L、M 背斜油气藏
	断鼻	白杨河 E_3h_{2+3} 断鼻油藏
构造-岩性油气藏	构造-岩性	老君庙 L_4、L_5 构造-岩性油藏，鸭儿峡白垩系构造-岩性油气藏，老君庙 $L-M$ 夹片构造-岩性油藏
地层油气藏	不整合	鸭儿峡古潜山油藏，鸭527不整合油藏
水动力封闭油气藏	水动力	单北—白东 E_3h_{2+3} 水动力封闭油气藏
岩性油藏	岩性	小马莲泉 L 岩性油藏

老君庙油田就是由于侧向挤压力的作用而产生的不对称褶皱背斜(图5-1-41)，背斜构造南翼倾角20°~30°,北翼倾角60°~80°。轴向290°,轴面倾向南西。北翼被逆掩断层切割，南翼受边水支托，闭合度800米。

储油层为上第三系K、L、M砂岩层。K层砂岩，岩性为浅红色中粒石英砂岩及粉砂岩。K层上部为棕红色泥岩盖层。K油藏的形成是由于近南北向的正断层将K层与下部的L层油藏连通，使油气沿断面向上运移而聚集。L层岩性是桔红色中粒、细粒石英砂岩及粉砂岩，夹泥岩薄层。L层之上为区域性的石油沟段棕红色泥岩盖层。L层自上而下分为L_1~L_5五个砂岩层，其间被泥岩封隔。其中L_1、L_2、L_3由于褶皱作用形成背斜圈闭，油气聚集于圈闭内，形成背斜油气藏。M层岩性为桔红色块状砂岩及砾状砂岩。L层与M层之间为粉红色粉砂质泥岩层。

位于背斜带东部的石油沟油田L、M层油藏亦为背斜油藏。石油沟背斜为一不对称背斜构造，南翼缓，北翼陡并被逆断层切割遮挡。背斜东部已遭破坏，油气散失地表，形成氧化带，亦起到封闭油气的作用。而背斜西部和南部由边水封闭。背斜南翼受数条正断层的切割，以Ⅰ号断层为界将油藏分为东西两块。由于断层的影响，油水界面复杂。但仍是褶皱作用形成的背斜油藏(图5-1-42)。

鸭儿峡油田位于背斜带西部，L、M储油层构成不对称背斜。构造由三部分组成，612井以西为不对称背斜，轴部被逆断层切割；东部615井以东为老君庙背斜的西倾延伸部分；中间为背斜鞍部。114井逆掩平移断层切割构造北翼逆掩断层，说明其形成时间晚于与背斜构造同期形成的逆掩断层，对油气的聚集不起控制作用，油气是在背斜圈闭中聚集形成背斜油藏(图5-1-43)。

② 断鼻油藏

白杨河油田为一断鼻油藏。位于盆地北部单斜带上，地面构造是由第西系砾石组成的平缓背斜。其下伏第三系为向南西方向倾斜的单斜层，倾角平缓，仅2°~3°。白杨河断鼻构造上倾开口方向由一北倾的正断层封闭，形成遮挡条件，油气聚集形成断鼻油藏。储油层为下第三系火烧沟组中、上部块状砂岩和上第三系白杨河组间Ⅱ砂岩层(图5-1-44)。

(2) 构造-岩性油藏

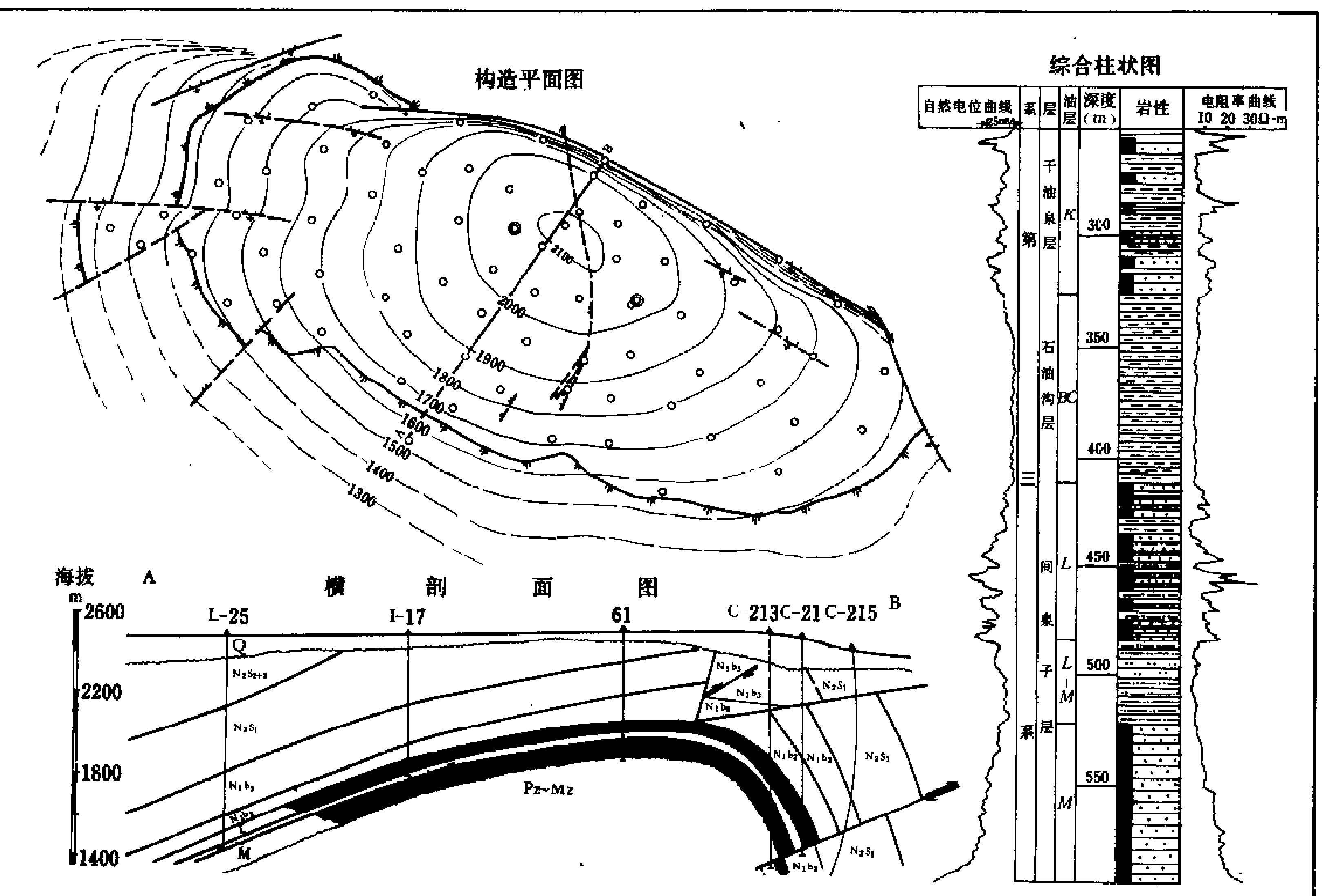


图5－1－41　老君庙背斜油藏图（平面图等值线为L油层顶面）

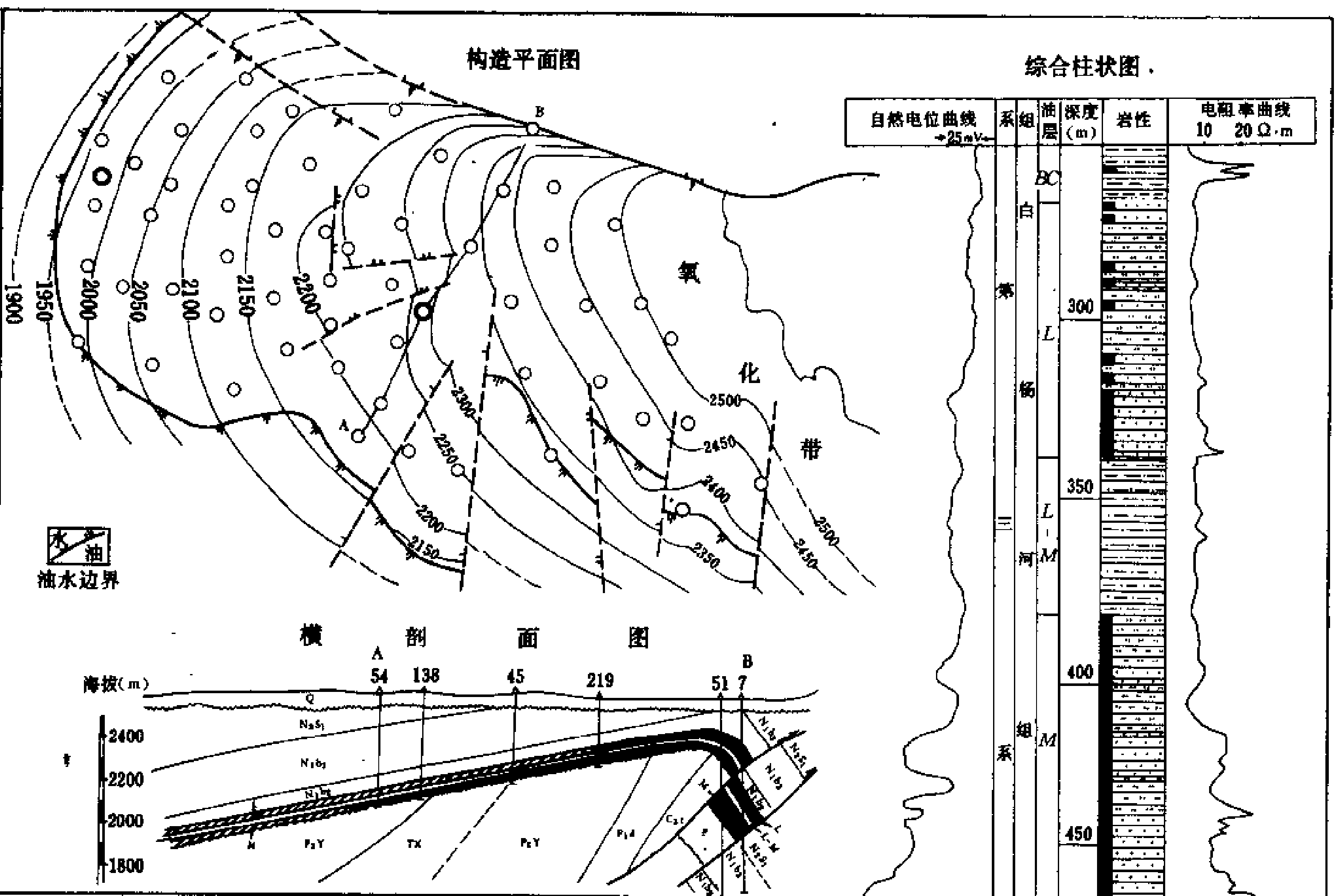


图 5－1－42 石油沟背斜油藏图（*L* 油层顶面）

图 5－1－43　鸭儿峡背斜油藏图

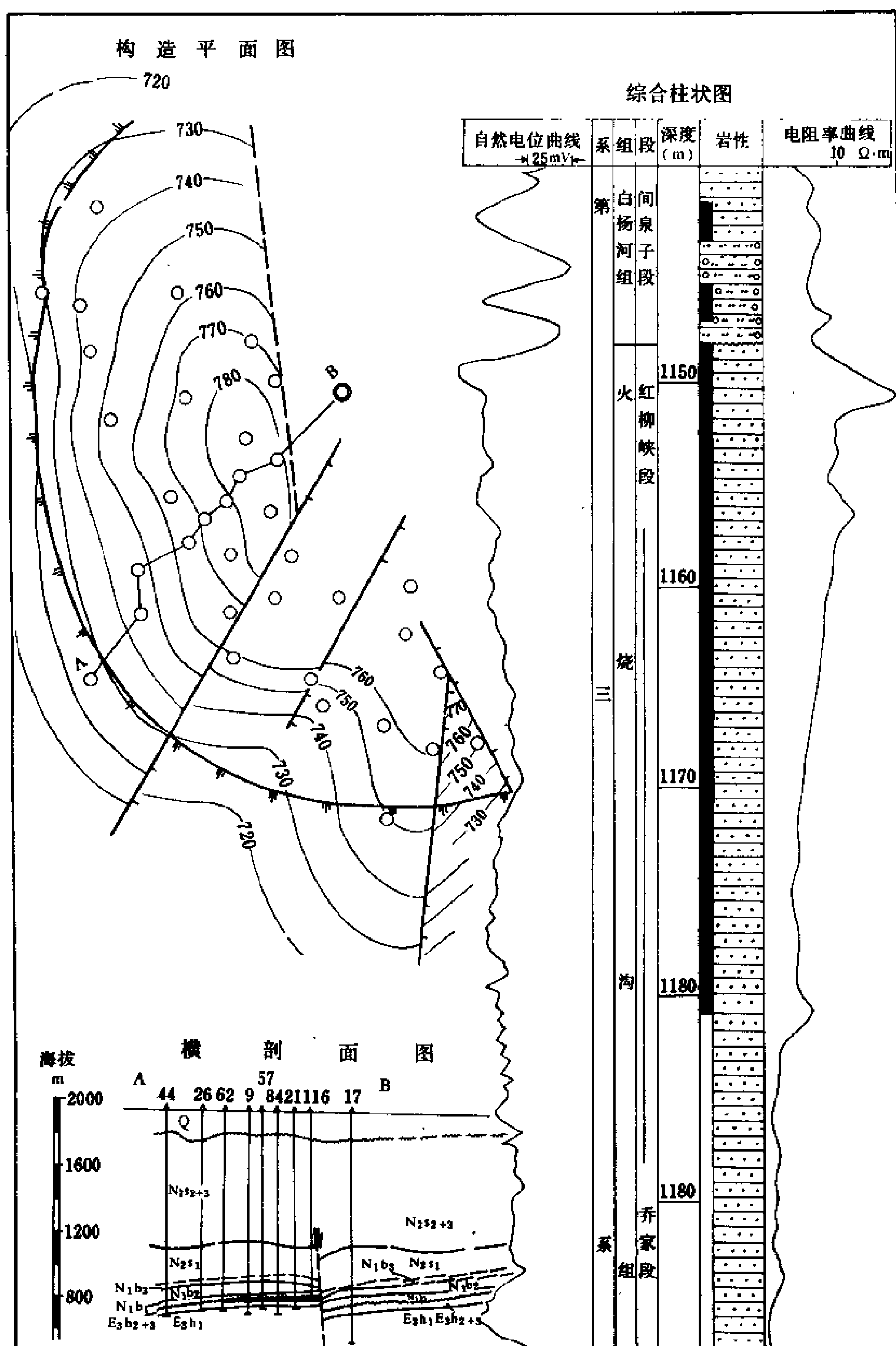


图 5－1－44　白杨河断鼻油藏图

构造－岩性油藏是在构造背景上，由于储集层岩性或物性在侧向上发生变化，油气聚集受构造、岩性双重因素控制而形成的。老君庙背斜构造上的 L_4 和 L_5 油藏就属此种类型。L_4 和 L_5 油藏位于老君庙背斜的西部，由于 L_4、L_5 在沉积时受古地形的控制，只沉积在背斜西部低洼地区，构造东部缺失 L_4、L_5 沉积，形成在背斜上的岩性尖灭遮挡，油气聚集于构造－岩性双重圈闭中，而形成构造－岩性油藏为酒西盆地内的次要油气藏类型。（图5－1－45）。

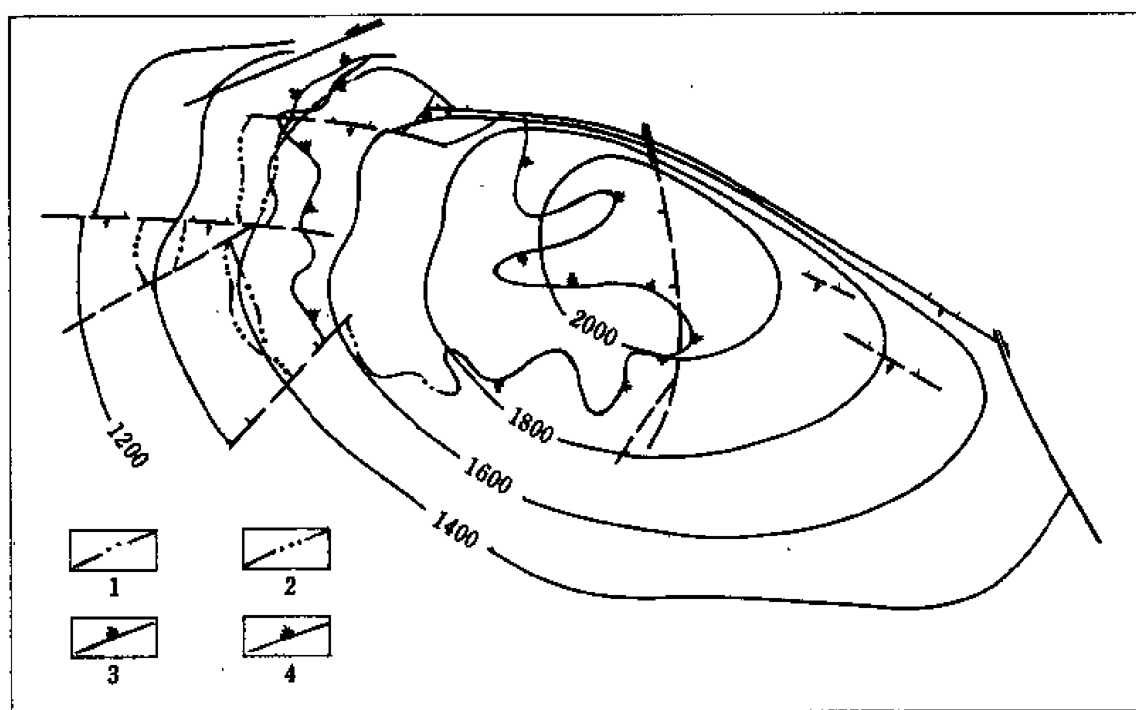


图5－1－45 老君庙背斜 L_4、L_5 构造－岩性油藏图

1—L_4 原始油水边界；2—L_5 原始油水边界；3—L_4 油层尖灭线；4—L_5 油层尖灭线

与 L_4、L_5 油藏类型相同的还有位于老君庙与石油沟之间的小马莲泉 L 层岩性油藏、老君庙油田 L—M 夹层构造－岩性油藏。

鸭儿峡白垩系油藏，位于鸭西509断层西侧。509断层为白垩系沉积时的同生断层，走向北东，西侧为下降盘，白垩系沉积厚度大；东侧为上升盘，白垩系厚度小，再向东至志留系潜山顶部，白垩系地层缺失。在509断层的控制下，白垩系地层超覆沉积在古潜山之上。圈闭的形成主要是受白垩系构造－岩性和储集层物性的变化控制（图5－1－46）。

该油藏的储油层为下白垩统上部的洪积扇相砂砾岩。在纵向剖面上，至少有两个洪积扇复合体，扇中亚相砂岩物性较好。上倾方向为扇根亚相，由泥质砾岩和泥岩组成，物性变差。由于侧向上的储集层岩性和物性均发生了很大变化，渗透性较好的砂砾岩沿上倾方向被非渗透性岩层遮挡，形成岩性圈闭。鸭儿峡白垩系洪积扇相的砂砾岩直接与青西凹陷的湖相暗色泥岩接触，油气从生油岩侧向运移进入储集层而形成构造－岩性油藏。

(3) 地层油藏

鸭儿峡志留系油藏为一潜伏剥蚀构造地层不整合油藏。油藏四周由断层控制，志留系地

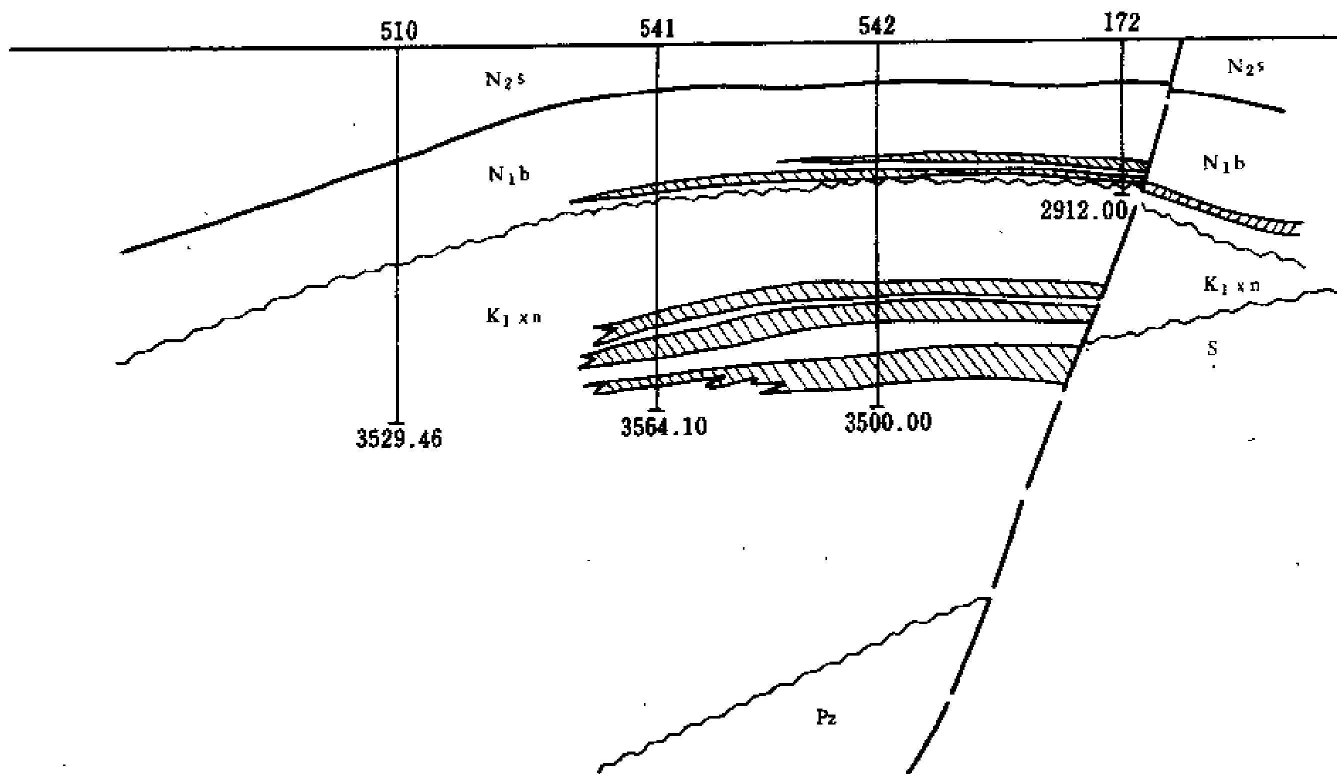


图 5－1－46　鸭儿峡构造白垩系构造－岩性油藏横剖面图

层在白垩系沉积前就已经抬升成为断块山。志留系泉脑沟组的变质粉砂岩、细砂岩、白云岩及千枚岩在构造应力和风化营力的作用下，裂缝、孔洞发育，具备良好的储油空间。早白垩世时，下白垩统的不渗透岩层逐层超覆沉积其上，形成地层不整合遮挡圈闭，青西凹陷的油气沿 509 断层和不整合面进入圈闭形成油藏(图 5－1－47、图 5－1－48)。

鸭西古潜山为一被剥蚀的古构造，潜山顶部地层较老，主要为志留系，构造西翼较新、南翼倾角较缓 10°～15°，北翼较陡达 50°，顶部较为平坦，为一不对称背斜。在古构造沟梁、古鼻梁和断层附近，油气的储集性能较好，是油气富集区块。

鸭 527 井石炭系油藏，也属于剥蚀构造(单斜) 地层不整合遮挡油气藏。

(4)水动力封闭油藏

单北油田由此种类型油藏构成。储油层是下第三系火烧沟组的块状砂砾岩。其构造形态为一南倾的单斜层，局部地方有挠曲。地下水顺地层倾向面流，阻挡了油气在浮力作用下继续向上倾方向的运移，形成悬挂式水动力油藏(图 5－1－49)。

(5) 岩性油藏

小马莲泉地区的油藏多属此类，与其他关系不甚密切，主要为岩性变化所形成。

(二) 油气运移、富集、分布规律

1. 油气的运移、聚集

对油气运移和聚集问题，前人曾做过许多研究。1960 年，李永汉等在“甘肃西部油气的生成、运移和聚集”一文中认为：(1) 中新世白杨河组沉积后，油气大规模地进入储集层，且主要运移至老君庙一带隆起区。(2) 中新世时石油沟、老君庙、鸭儿峡等局部构造

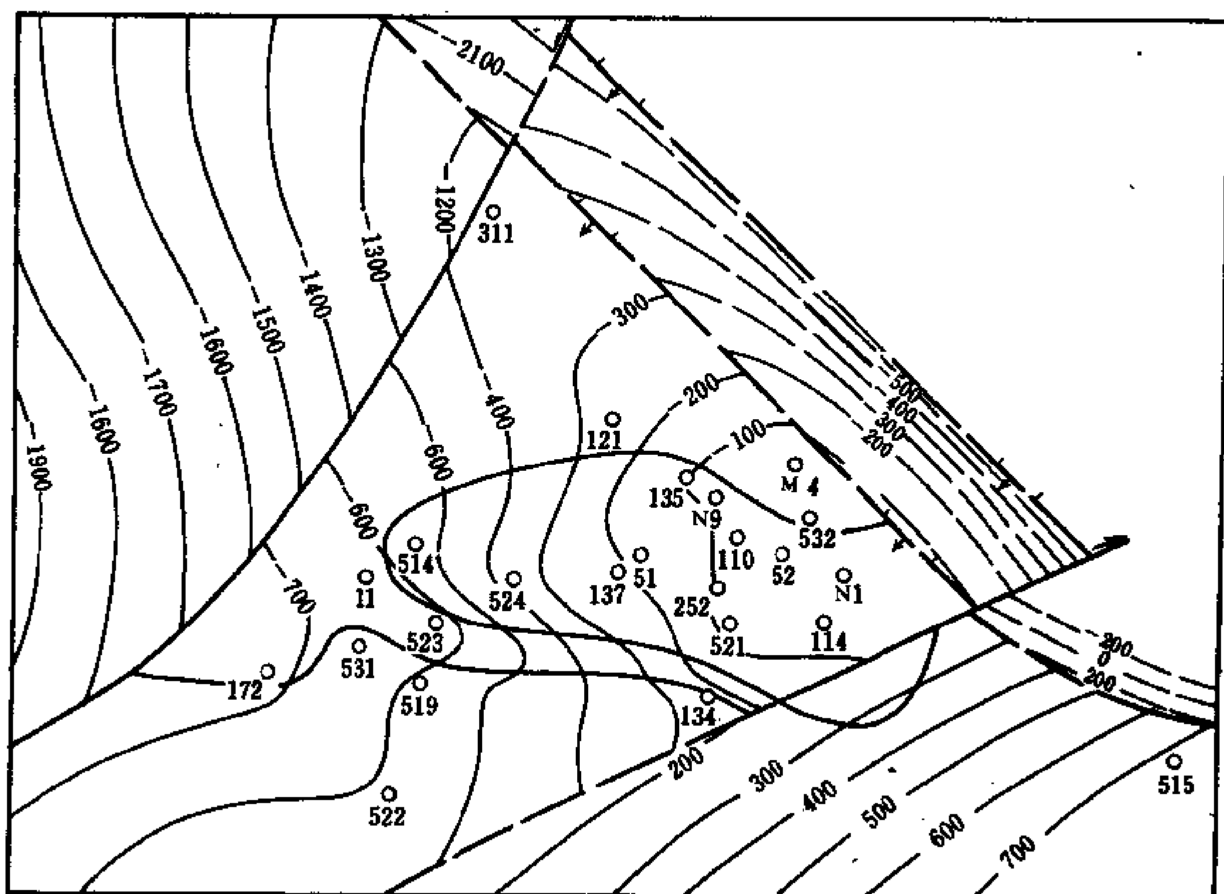


图5－1－47 鸭儿峡不整合油藏侵蚀面等高线图

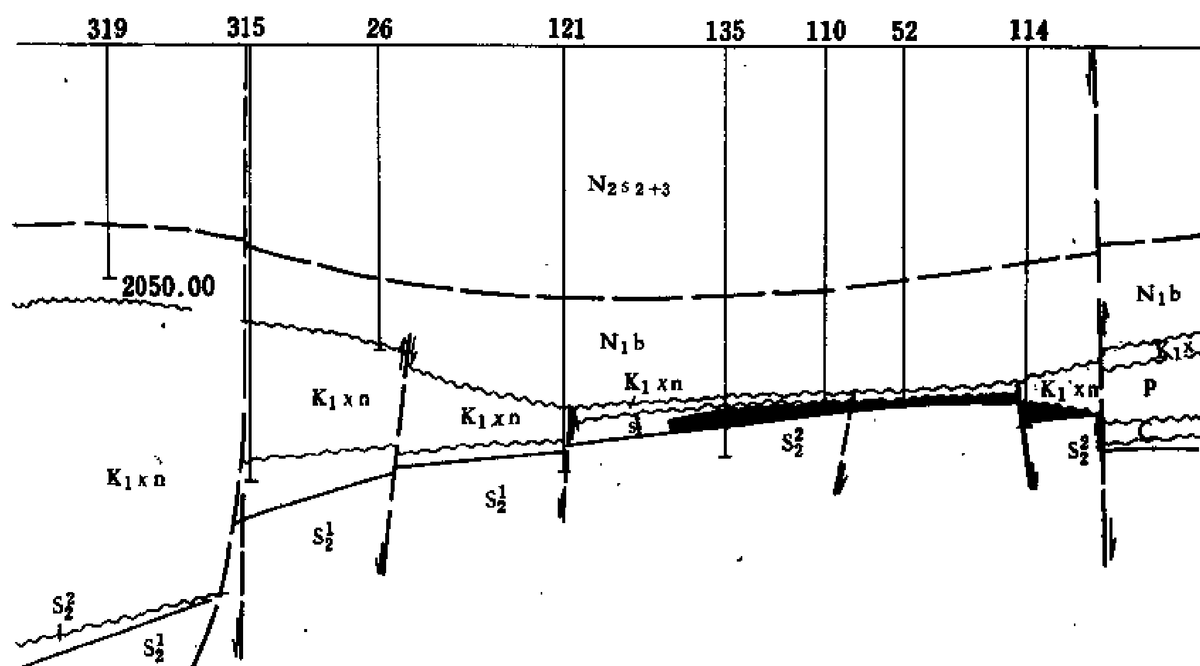


图5－1－48 鸭儿峡不整合油藏构造剖面图

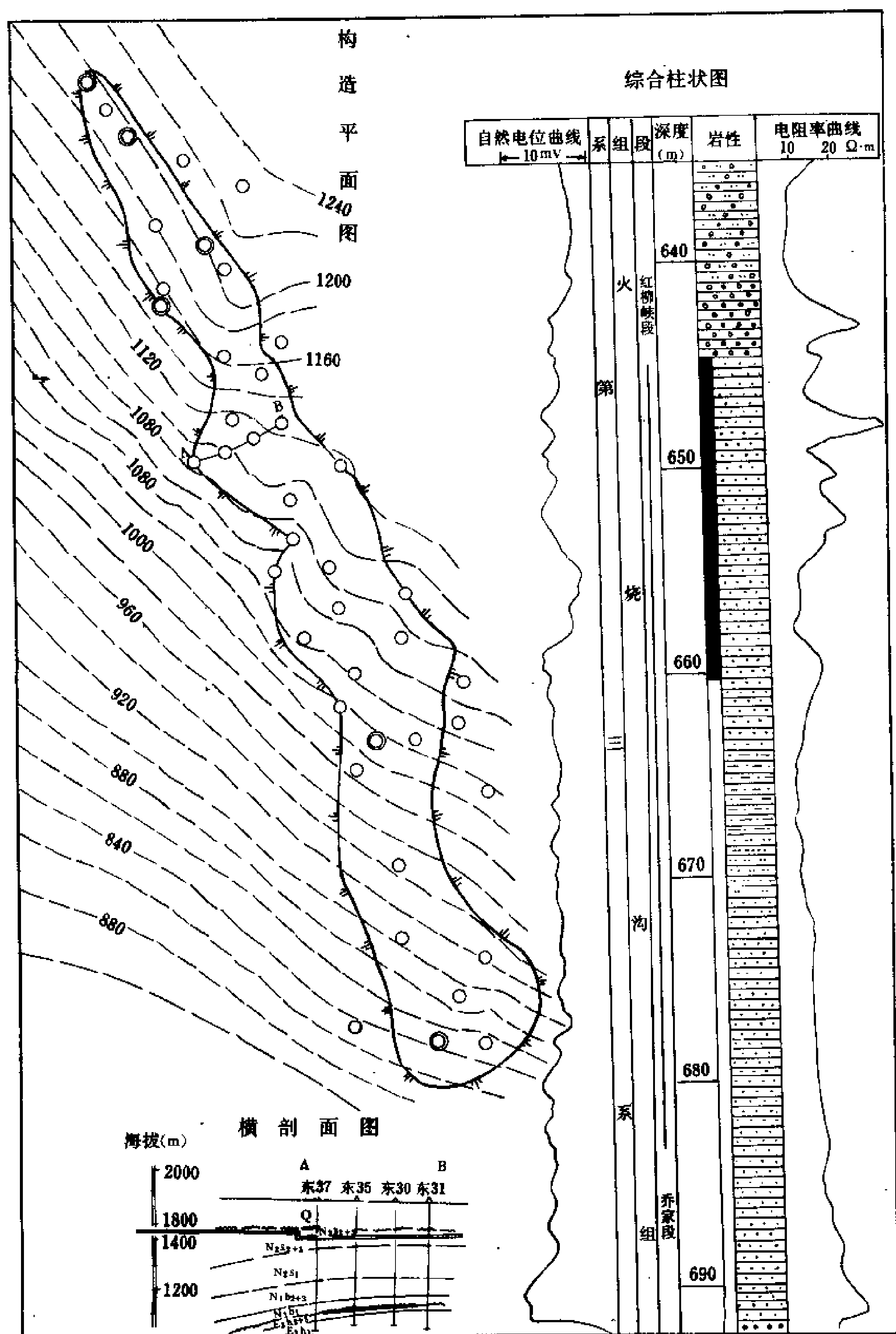


图5-1-49 单北水动力封闭油藏图

尚未完全隆起，运移至南带的油气还未富集成油藏。(3)上新世时，祁连山急剧升起，石油沟、老君庙、鸭儿峡等构造继续隆起，油气逐渐向构造高点富集。同时，盆地内水动力方向改为由南向北，中央拗陷带内油气在水动力作用下，通过不整合面与断裂进入第三系储集层，向北运移，进入白杨河鼻褶。(4)第三纪末期的喜山运动，在盆地内表现强烈，南部火石山急剧隆起，由西往东各个局部构造依次抬升，幅度也逐渐加大。于是油气产生重新分配，向隆起高部位聚集，形成老君庙、鸭儿峡、石油沟油田。石油沟构造隆起幅度最高，顶部目的层暴露地表，遭受严重剥蚀，使油气散失地表，未能再向构造东部运移。盆地北部，白杨河鼻褶上倾方向上，北东向的断层亦在此时形成，油气聚集于断层附近，形成白杨河油田。

1964年，许在谷等研究了酒西盆地油藏的形成条件。提出：老君庙背斜的油气来自青西凹陷。青西凹陷的油气主要通过牛沟断裂作垂向运移进入第三系N_1b_1储集层，在储集层内作进一步侧向运移。鸭儿峡以西及青草湾地区由于N_1b_1层物性差，不能作为运移层，油气向东的运移则是通过第三系与白垩系之间的不整合面，或是从青草湾构造南面，在N_1b_1物性变好的条件下向东运移的。而位于盆地北部的白杨河、单北油田的油气来源于石北凹陷，油气是通过断层或不整合面进入E_3h_{2+3}砂层中运移的。

1965年，李永汉等又提出：老君庙背斜带的油气来源于石北凹陷，这一观点被后来的研究给予否定。

在此以后，兰州地质所玉门队，玉门石油管理局井下处综合研究队、研究院对酒西盆地的油气运移、聚集进行了研究。

总结近期研究成果，酒西盆地的油源已证实有青西凹陷和石北凹陷两处。青西凹陷在早白垩世沉积了厚度巨大的生油岩暗色泥页岩，在早白垩世末期已进入生油门限，有机质转变为油气，经短距离运移进入志留系潜山和下白垩统储集层中形成油藏。在鸭儿峡白垩系与志留系变质岩的不整合面上有沥青质充填，钻遇志留系古潜山油藏的许多井中见沥青质充填，反映了第一期的油气运移。

早白垩世后，本区普遍上升，曾一度暴露地表，晚白垩世和第三纪古新世、始新世均未接受沉积。

渐新世时，在盆地北部沉积了火烧沟组。中新世盆地中央迅速下降，在下白垩统生油岩之上沉积了白杨河组砂、泥岩。由于埋藏深度增加、在温度和压力作用下，青西、石北凹陷生油岩的有机质渐趋成熟而逐渐进入成油门限，并大量生成油气，同时也发生了大规模的油气垂向运移，进入渗透性岩层中。因白垩系物性极差，油气难以在该层作区域性侧向运移，只经短距离运移后即沿不整合面、断层带进入上覆第三系白杨河组储油物性好，上部有大套泥岩盖层的间泉子砂岩中进一步作侧向移动。

老君庙背斜带上白垩纪地层厚度薄，岩性粗，均为紫红色的泥质砾岩夹砂泥岩透镜体，属洪积相产物，说明在白垩纪时，盆地南部就已是相对的高区。从东西方向看，则为凸凹相间的古构造，鸭北是古凸起，而其东西两侧的石北—大北和青西为凹陷（参见图5－1－13）。早白垩世末期生成的低成熟油气，开始向外运移，但主要是向南部隆起区运移。

上新世末，祁连山脉急剧上升并向北推覆，形成了老君庙背斜带。在褶皱和断裂的作用下，石油沟、老君庙、鸭儿峡等背斜构造幅度加大，并依次由西向东呈阶状抬升。此时期也正是油气大规模生成并运移的时期。石北凹陷生成的油气主要向北部单斜带运移，青西凹陷生成的油气则主要向南部背斜带运移，油气在运移途中聚集于各种成因的圈闭中，形成各类油藏(图5－1－50)。

图5－1－50 酒西盆地油藏形成条件图

1—油田；2—生油凹陷；3—N_{1b}底面等高线；4—油气运移方向；5—白垩系砂岩体；6—火烧沟组尖灭线

7—E_3h_{2+3}砂岩尖灭线；8—间泉子组主研体分部区

2. 油气藏的分布规律

1982 年玉门石油管理局研究院闫德齐等对盆地油气聚集规律作了研究，认为盆地内由向二级构造带是油气运移的指向，其上的局部构造是油气富集的场所；紧临生油凹陷的断层是沟通生油岩与储集体的主要通道，断层带附近的圈闭是油气聚集的主要场所。

酒西盆地已发现的老君庙、石油沟、鸭儿峡和白杨河、单北五个油田，按储集层的地质时代划分，第三系探明储量占总储量的 85.4%，白垩系只占 5.3%，志留系占 9.3%；按圈闭类型划分，构造油气藏占 83%，构造 - 岩性、岩性和地层油气藏占 14.6%，水动力封闭油藏占 2.4%；按二级构造带划分，老君庙背斜带储量占 94.1%，北部单斜带只占 5.9%。

造成这种油气分布特点的原因，是与酒西盆地的构造发育特征密切相关的。酒西盆地位于中国西部含油气大区、属碰撞山前盆地。同时祁连山向北推覆，形成山前背斜带。酒西盆地沉积拗陷紧靠造山带一侧，远离造山带的北部基岩抬升为斜坡，油气藏集中分布在拗陷两侧，形成油气富集带。

(1)老君庙背斜油气富集带

位于构造位置始终高于沉积拗陷的南部隆起上，分布有石油沟、老君庙、鸭儿峡等第三系背斜油藏和鸭儿峡志留系古潜山油藏及鸭儿峡白垩系构造 - 岩性油藏等。占酒西盆地油藏总数的 90%（图 5 - 1 - 51）。

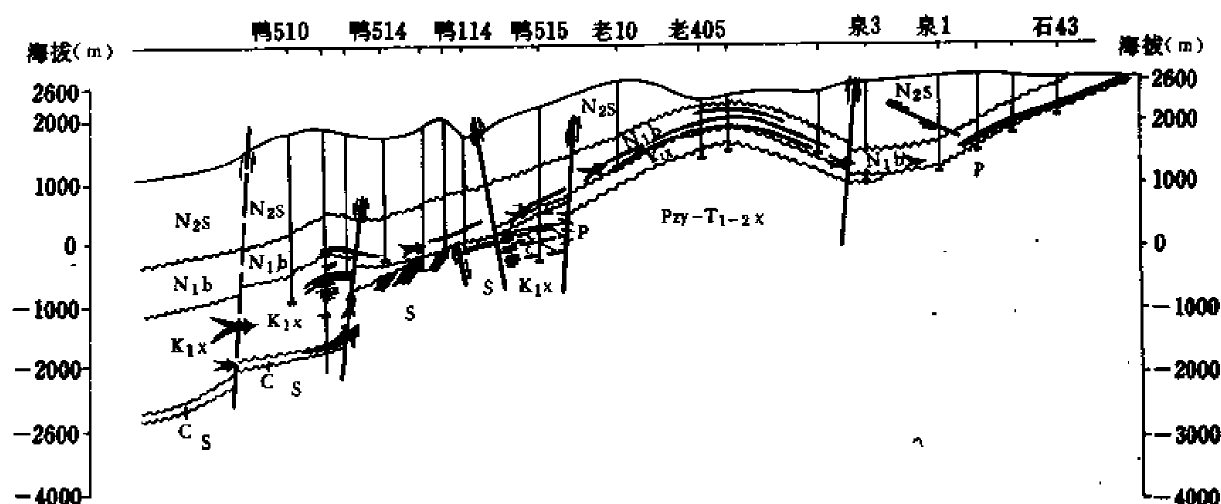


图 5 - 1 - 51 老君庙背斜带油藏分布剖面图

(2)白杨河单斜油气富集带

酒西盆地北部的基底地形是一个斜坡，第三系也呈单斜状产出，其上发育有一些鼻褶和挠曲构造，形成白杨河断鼻油藏和单北—白东水动力封闭油藏（图 5 - 1 - 52）。

(3)同生断裂油气富集带

酒西盆地内紧临生油凹陷发育有许多同生断层，如鸭西 509 断层、石北凹陷Ⅲ 号断层等。这些断层对沉积特征、生油岩分布、构造形态、油气运移等，都起着重要的控制作用。断裂带附近发育的局部圈闭具有捕获油气的优越条件，可形成各种类型的复合油藏。如 509 白垩系同生断层，东盘基底抬升，形成鸭儿峡古潜山油藏；西盘下降，控制着白垩系沉积，

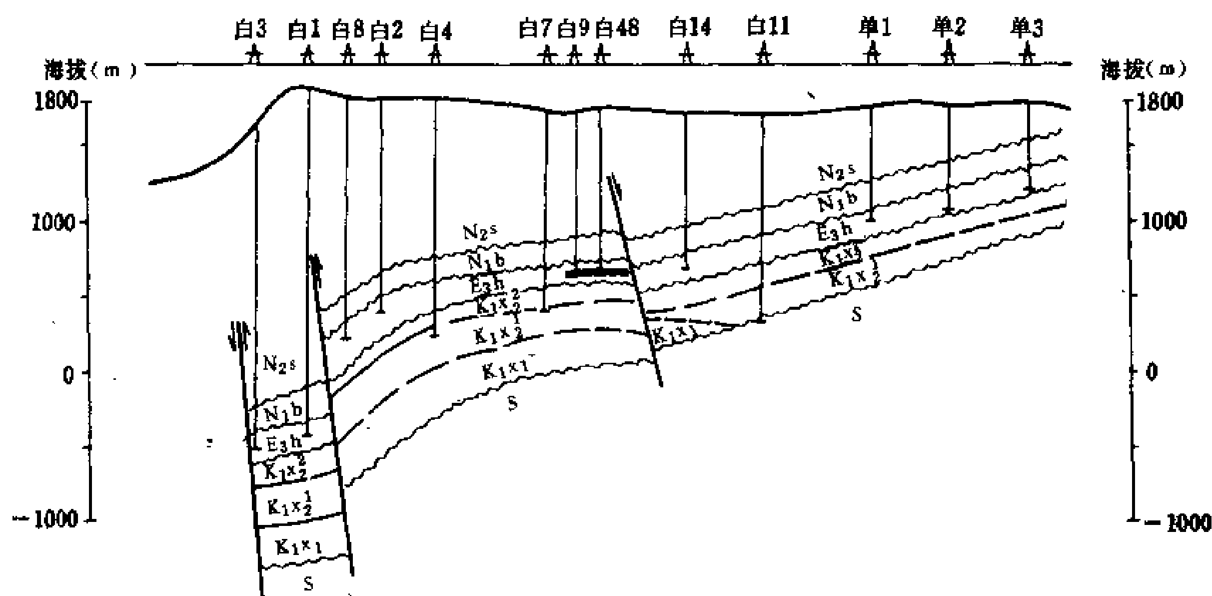


图5－1－52 石北地区白3—单3井水动力封闭油藏剖面图

形成了白垩系构造－岩性油藏。

九、油田各论

(一) 老君庙油田

1. 构造特征及油藏类型

老君庙油田位于盆地南部老君庙背斜带的中段，是一北陡南缓的不对称背斜油田（参见图5－1－42）。背斜南翼倾角20°～30°，北翼倾角60°～80°，轴向290°，北翼被逆掩断层切割，南翼受边水支托，闭合面积28平方公里，闭合幅度800米。该油田由L_1、L_2、L_3、M、K层背斜油藏和L_4、L_5构造－岩性油藏组成，是盆地内储量最丰富、产量最高的油田。

2. 储集层系

老君庙油田自下而上分布有志留系，上二叠统窑沟群，三叠系西大沟群，中、下侏罗统龙凤山群，下白垩统新民堡群，上第三系和第四系等地层。其中上第三系白杨河组间泉子段的L、M层是主要储集层，其次为干油泉段的K层。第三系以下地层仅在下白垩统新民堡群局部砂岩中发现少量原油及沥青，但无工业性价值。

3. 油层性质

(1) M油层

M油层是间泉子段底部的一组油层。为不均一的块状砂岩层，纵向上看由多个冲积扇叠复组成。其岩性为泥质砂岩、细砂岩、砂质泥岩。该层厚度比较稳定，其间无泥岩隔层，但层内岩性、物性变化较大，非均质性强。砂岩成熟度低，圆度差、呈棱角一次棱角状。重矿物以铁矿为主，占78%。粘土矿物为蒙脱石类。胶结物为铁质和碳酸盐。

在开发上，自上而下又分为M_1、M_2、M_3三个小层。M_1层在油田东南部最厚，向东西方向尖灭；M_2层在油田南部最发育，向其它各部位减薄；M_3层厚度较大，整个油田皆有分布。

M层储油物性较差、属低渗透、低饱和、小孔隙为主的水湿油层。该层裂缝比较发育，以水平裂缝为主、垂直及斜交裂缝次之，裂缝的存在改善了M层的渗流能力。

M层原油性质较好，属中等粘度（表5－1－22）。随开发程度的加深和注水工作的进行，

表 5－1－22　酒西盆地油田原油物性表

油田	层位	原油比重		原油粘度 mPa·s		凝固点 (℃)	含蜡 (%)	含硫 (%)	胶质 (%)	油层温度 (℃)	原始油气比 (m^3/t)	压力系数	原始油层压力 (atm)	饱和压力 (atm)
		地面	地下	地面	地下									
老君庙	K	0.856			5.5～6.4	11.0	9.7	0.14	19.04	136～17.0	22～32		38.9～41.0	12～17
	L	0.858	0.753		3.25	15.5	8.3	0.18	22.66	30	70	1.2	94.6	74
	M	0.864	0.774		4.2	13.3	9.11	0.15	20.8	32	50	1.17	95.0	64
鸭儿峡	L	0.86			0.75	16.0	7.98～10.05	0.2		79	121	1.21	284	189
	S	0.878			9.5	22.3	16.5	0.12		86～110	80	1.2～1.46	330～470	187～165
	K_1xn	0.865			4.4	21.0	16.7	0.06		91	66	1.42～1.22	397～477	134
白杨河	N_1b_1	0.85		31.8									72	
	E_3h	0.86		29.8	8.87	16.5	8.34	0.14	27.8	43.5	4.4	0.79	92.3	4.2
单北	E_3h	0.877		20.8						33		0.68	47.0	
白东	E_3h	0.8611		28.84		10.0	14.87	0.14	11.96	34	2.64	0.78	66.35	6.0
石油沟	L	0.859			14.5	15.0				18	22.6		35.8	12.0
	M	0.861			11.4	15.0	8.15	0.14	23.8	26	25.7		41.3	12.6

油、气、水性质发生了不同程度的变化。据33口井地面原油物性分析，与1956年比较，有变差的趋势。205℃馏出物体程度由1956年的19.1%降到18.7%，含蜡量由9.1%上升到13.4%，地面原油比重由0.864上升到0.869，天然气中的甲烷含量减少，乙烷—丁烷含量相对增加。

(2) L 油层

L 油层位于 M 油层之上，其间为 L—M 夹层分隔，上覆 N_1b_2 层。1941年投入开发，是老君庙油田产油能力最大的油层，1983年平均日产油398吨，单井日产量1.42吨，至1983年累计产出原油900万吨。

L 层自上而下分为五个层组二十个小层。其中 L_1、L_2、L_3 含油面积大，在整个油田都有分布，是 L 层的主要产油层。L_4、L_5 两层仅分布于构造西倾部位，向西增厚、向东构造高部位减薄至尖灭。据晁吉俊、唐世荣等人的研究，L 层为辫状河流相沉积，砂体横剖面一般呈底凸顶平状，由棕红色硬砂质石英砂岩和泥岩组成。

三个主要油层的渗透率见表5-1-23。

表5-1-23　老君庙油田 L 层渗透率变化表

项目 井号	测试日期	L_1		L_2		L_3	
		渗透率 (μm^2)	吸水比 (%)	渗透率 (μm^2)	吸水比 (%)	渗透率 (μm^2)	吸水比 (%)
L22	1964.8	917.9×10^{-4}	5.0	2931.4×10^{-4}	53.0	4935×10^{-4}	42.0
K222	1964.12	1056.1×10^{-4}	0	5793.7×10^{-4}	0	6909×10^{-4}	100
923	1965.4	1579.2×10^{-4}	0	4806.7×10^{-4}	0	5790×10^{-4}	100
E211	1965.6	1845.7×10^{-4}	12.0	1983.9×10^{-4}	27.0	4096.1×10^{-4}	61.0

在平面上，L 层高低渗透率带交错分布，在纵向上，不同渗透率层相间互。

L 油藏属中高孔隙型砂岩油藏，具粗喉道，大孔隙的孔隙结构。

L 油层的原油及天然气性质见表5-1-24。

表5-1-24　老君庙油田 L 层原油及天然气性质表

项目 对比	地面比重	粘度 (mPa·s)			凝固点 (℃)	含蜡 (%)	含氮 (%)	含硫 (%)	含沥青 (%)	胶质 (%)	甲烷 (%)	乙烷 (%)	丙烷 (%)	氧气 (%)	氮气 (%)
		地面 20℃	地面 30℃	地下											
原始	0.858	46.4	26.6	3.25	15.5	8.3	0.24	0.18	17.8	22.66	68.06	13.99	10.40	0	0.26
现在	0.858	73.7	36.6	4.1 (计算值)	14.6	14.3	0.34	0.05		17.20	54.0	23.37	14.30	0.87	13.5

(3) K 油层

K 油藏位于老君庙背斜的顶部，层位在 L 油层之上，是一个被断层复杂化了的不对称背斜油藏。自上而下划分为 K_1、K_2、K_3 三个小层，K_3 厚度大、分布广，是主要生产层。1983年平均单井日产油0.48吨，累计产油107万吨。

*K*层由棕红色砾状砂岩、砂岩与泥岩组成。砂岩孔隙度0.4 ～ 21.8%，为层状孔隙型油藏

K 油层的物性及流体性质见表 5 – 1 – 25。

表 5 – 1 – 25 老君庙油田*K*层物性和原油性质表

项目 值 区	有效渗透率 (μm^2)	有效孔隙度 (%)	原始油层压力 (atm)	饱和压力 (atm)	原始油气比 m^3/t	油层温度 (℃)	地下原油比重	地面原油比重	原油含蜡 (%)	粘度 (mPa·s)	油层水含盐量 (ppm)
南翼区	236.9×10^{-4}	20.4	38.9	12	22	13.6	0.802	0.858	9.7	6.4	2万～4万
北翼区	236.9×10^{-4}	21.8	40	27	32	17	0.802	0.856	9.7	5.5	2万

4. 开发特点[1]

老君庙油田 1939 年投入开发，1983 年有油井 807 口，有正常注水井 220 口，平均单井日注水 34 吨，已进入后期开发阶段。其开采简史分为四个阶段:

(1) 弹性和溶解气驱开发阶段 (1939 ～ 1954)

主要特点是: 采油速度低，油层压力下降快，油气比上升快，采出程度低。主要生产层 *L* 油层，自 1941 年～ 1954 年采出程度仅 6%，年采油速度 0.429%。油层压力由 94.6atm 降到 75.6atm。综合油气比升至 125 立方米 / 吨，为原始油气比的两倍。

本阶段平均年采油速度 0.246%。

(2) 边外注水开发阶段 (1955 ～ 1958)

1955 年边部正式投入注水，同时顶部开始注气，至 1958 年先后共有 57 口注水井投注，7 口井注气。1955 年 *M* 油层也全面投入开发。至本阶段末累计注水 387 万立方米，注气 48706 立方米。1958 年采油速度 2.09%，日产油量较 1954 年提高 2.7 倍。

通过调整，油田从溶解气驱转化为水驱，本阶段末水驱面积达到 386 公顷，人工气顶面积为 36 公顷。由于注水的结果，初步改变了驱动类型，局部地区压力上升，产量上升。

虽然边部注水取得了一定成效，但由于注入水的大量外流，所以注水见效井只能控制一至二排，油田内部大面积仍处于溶解气驱状态。由于合层注水，大部分水进入了高渗透层，中低渗透层仍未见到效果。另外初期注水强度过高，造成部分井含水上升过快或发生暴性水淹。

(3) 边外及边内综合注水开发阶段 (1959 ～ 1963)

根据上阶段存在的问题，1959 年在油田顶、腰部增加了 39 口注水井，进行环状切割注水，同时将边部注水井内移，边外注水井大多数停注。部分注水井开始实行分层注水。

本阶段累计注水 719 万立方米，平均年注水 144 万立方米，较上阶段平均每年增加 46 万立方米。由于实行内部切割和边部注水，油田见效面积迅速达到 10.21 平方公里，年采油速度 0.902%，油层压力也趋于稳定。这一阶段由于含水上升快，一批井水淹，中低渗透层由于渗透率低吸水差，未拉成水线，大面积仍未见到注水效果。*M* 油层虽然自 1957 年开始

[1] 据《玉门油田开发图集》，1984。

注水，至1963年底水驱面积160.5公顷，大部分地区也处于溶解气驱。因此造成产量迅速下降。

(4)不规则点状面积注水开发阶段(1964～1983)

根据上阶段末油田出现了高渗透层大面积水淹、中低渗透层仍未见效、井筒内油水层共存、高低压层互相干扰、油井停喷、产量迅速递减的问题，1964年又进行了以全面加强注水为主的油田综合调整，进行了以下工作:

① 大搞油田研究(1964～1965)。共钻取心井34口，对油田油层岩性、物性、油水分布进行了全面研究；开展了面积注水、沿裂缝注水、强注强采、泡沫驱油等多种现场开发试验。

② 调整完善注水井网层系。以主攻中低渗透层为目标，调整注水井网为不规则点状面积注水，高渗透层与中低渗透层划分为两套注水层系，积极开展水淹带挖潜和二次采油试验，提高了中低渗透层的采油速度和高渗透层水淹区的采收率，使油田出现产量、压力、含水基本稳定的好局面。

③ 大搞油田进攻性措施和老井挖潜活动。通过油水井分析调查,以注水为重点，充分发挥注水、压裂、酸化的作用。

1970年以来又作了以下工作:

① 增加注水井和分注井段，不断完善注水井网，提高有效注水量。*M*层采取点状注水和沿裂缝注水相结合的方式，把采油井置于注水井第一线，注水控制面积达80%以上，油层见效面积扩大，油层压力回升。

② 加密井网。于*L*层从1970～1978年新钻油井71口,累计产油占总产量的13.8%。*M*层从1969～1980年新钻油井146口，累计产油占总产量的31.4%。

③ *L*层已进入高含水阶段；采用大排量采油是提高水驱效率，稳定产量的主要方法之一。

④ 主力油层细分开发层系。其中层状油层要形成独立的中低渗透层注采系统，块状油层结合钻调整井、加密井逐步形成分层段开发井网，以提高剖面动用程度和采收率。

(二)鸭儿峡油田

1. 构造特征及油藏类型

该油田位于盆地南部老君庙背斜带的西段，构造复杂，第三系是一个不对称的背斜，由三部分组成：西部是不对称背斜，南缓北陡，南翼倾角6°～10°，北翼倾角30°～60°，轴向215°，闭合度500米；东部为老君庙背斜的西倾延伸部分，轴向300°，南翼倾角10°～20°，北翼倾角65°；中部为一背斜鞍部。构造北翼均为逆掩断层切割，参见图5－1－48。

基底是一个断块潜山，侵蚀面为一具有向南西倾的穹窿状形态，其内幕为不对称的背斜。潜山之上超覆沉积了白垩系，其厚度分布受509井断层控制。断层西侧白垩系含油层段顶面显示为断鼻构造，参见图5－1－46、图5－1－48。

该油田的油藏类型是：第三系*L*、*M*层背斜油藏、白垩系构造－岩性油藏和志留系古潜山油藏。

2. 储油层系

该油田自老至新钻遇的地层有志留系、石炭系、二叠系、白垩系、第三系及第四系。其中志留系、白垩系和上第三系的*L*、*M*层为主要含油层系，石炭系也含油。

3. 油层性质

鸭儿峡油田 L 油层的岩性与老君庙油田的 L 层相同，只是岩性更细，物性变差。有效孔隙度 22.4%，渗透率 592.2×10^{-4} ～ 5922×10^{-4} 平方微米，为层状孔隙型油藏（表 5－1－26）。

表 5－1－26 鸭儿峡油田 L 油层参数表

项目＼井区	一	四	五	六	十三(上)	十三(下)	全层
孔隙度(%)	16.7～20.4	23.4	15.9～21.3	17.7～26.1	17.2～19.9	18.8～21.0	
体积系数	1.179	1.248	1.252	1.232	1.165	1.169	
渗透率(μm^2)	3918.4×10^{-4}	2112.2×10^{-4}	671.2×10^{-4}	5872.6×10^{-4}	1381.8×10^{-4}	1381.8×10^{-4}	3533.5×10^{-4}
原始地层压力(atm)	288.4		289.0	272.0	220.0	260.0	284.0
饱和压力(atm)	110.0		189.0	186.0	104.5	77.0	189.0
原始油气比(l/kg)			122.0	115.0	85.0	60.0	121.0
油层温度(℃)	77.3		80.0	78.0	71.5	77.0	79.0
地下原油粘度(mPa·s)			0.67	0.75	1.20	1.5	0.75

白垩系构造－岩性油藏，含油岩性为中细砂岩及砾岩。渗透率一般小于 9.87×10^{-4} 平方微米，但受裂隙影响渗透率可达 1974×10^{-4} 平方微米。油层深度 3364 米。截止 1983 年累积采油 11 万吨。

鸭儿峡古潜山油藏，含油岩性为志留系变质砂岩和白云岩，为裂隙含油，油层深度 2892 米。目前有生产井 19 口。

鸭儿峡 L 层、白垩系、志留系的原油物性相似（表 5－1－27），属同一油源。但它们也存在着一定的差异（表 5－1－28），根据这种差异划分为两个油组，即白垩系—志留系油组和第三系油组，前者原油比重、凝固点、含蜡量、沥青质含量等均较大或较高于第三系油组。

表 5－1－27 鸭儿峡油田原油物性表[1]

油田	层位	烷烃 %	芳烃/总烃 %	沥青质 %	含蜡 %	酸值	凝固点 ℃	含硫 %	含氮 %
鸭儿峡	S	65.99	15.37	15.33	16.51	0.20	22.3	0.12	0.33
	K_1x	67.88	14.84	17.46	16.71	0.24	21.0	0.06	0.37
	L	69.25	16.14	12.65	16.98	0.12	20.8	0.10	0.36

[1] 据陶国立（1983）"酒西盆地油源对比"。

4. 开发特点

1958 年基本建成并全面投入开发，至今已有 26 年，开发过程分为四个阶段：

(1) 弹性驱动开发阶段（1958 年 7 月～ 12 月）

本阶段生产井数少，单井产量高，能量消耗小。依靠弹性能量采油，地层压力由 284 大气压降至 251.6 大气压，每下降一个大气压采油 2600 吨，油气比稳定在 80 立方米/吨，不产水。年采油速度为 1.43%。

表 5-1-28　酒西盆地原油物化性质比较表[1]

层位 / 项目	志留系油藏	石炭系油藏	下白垩统油藏	第三系油藏	白南3井含油层
比重、D_4^{20}	0.8815	0.8743	0.8836	0.8562～0.8654	
凝固点，℃	17.06	17.00	20.00	14.00～16.50	33.00
含蜡量，%	14.2	17.0～25.0	14.6	6.0～9.7	29.3
沥青质，%	19.3	9.0	16.4	10.0～10.2	3.1
粘度，mPa·s	66.2		129.3	17.3～29.2	
OEP值	1.10		1.10	1.05～1.07	
Pr/Ph	0.90		0.84	0.97～1.07	0.71
酸值	0.20		0.24	0.07～0.21	0.04
烷烃	65.99			68.72～77.95	83.33

1　据陶国立（1983）"酒西盆地油源对比"。

(2)溶解气驱开发阶段(1959年1月～12月)

本阶段生产井大量增加，单井产量低，油气比急剧上升，压力急剧下降，油田处于消耗能量的开采状态，年采油速度2.97%。

(3)边外注水开发阶段(1960～1964年)

根据上阶段存在的问题，1960年1月正式开始边部注水，阶段累积注水24万立方米，单井平均日注107立方米。通过边部注水，油田开始由溶解气驱向水驱转化。水驱面积占全层面积的35.8%，油气比下降，一些主要生产区压力回升，说明边部注水补充了一定的能量。本阶段末平均年采油速度0.93%。

(4)边内边外综合注水开发阶段(1965～1983年)

上阶段的主要矛盾是注水控制程度低，合层注水，水沿裂缝形成暴性水淹，因此油田大面积仍然产量下降，压力下降。1965年开始对L层进行注水为主要内容的综合调整，主要工作是：

① 增加注水井点，不断提高注水量。

② 内移边部注水井排，完善生产井网。

③ 进行压裂改造试验。

通过上述调整，原油产量比较稳定。

(三)石油沟油田

1. 构造特征及油藏类型

该油田位于老君庙背斜带的东段。油田构造为不对称背斜(参见图5-1-47)。构造轴向285°，南翼倾角10°～20°，北翼为70°，并为逆断层切割。构造东西长15公里，南北宽5公里。构造南翼被放射状断层切割成许多含油区块。

油藏类型属背斜油藏。

2. 储油层系

该油田钻遇地层有石炭-二叠系、三叠系、第三系及第四系，其中第三系的L和M层是油田的主要含油层系。此外，石炭-二叠系砂页岩裂隙中也含少量原油。

3. 油层性质

石油沟 L 和 M 油层之间为钙质结核层所分隔，岩性为块状泥质石英砂岩夹钙质结核层。M 层中上部和 L 层下部为主要含油段。

L 层岩性为厚层泥质中粒石英砂岩，泥钙质胶结疏松。孔隙度 21%，渗透率 70×10^{-3} 平方微米为低渗透、裂隙发育的块状砂岩油藏。

M 层岩性同 L 层。孔隙度 21.8%，渗透率 37×10^{-3} 平方微米，M 层裂隙发育，因此 M 层具孔隙和裂隙储油的双重性，是低渗透、裂隙发育的块状砂岩油藏。油层深度 107～750 米。

L 和 M 层的原油物性见表 5－1－29。

表 5－1－29 石油沟油田原油物性表[1]

层 位	烷烃 (%)	芳烃/总烃 (%)	沥青质 (%)	含蜡 (%)	酸 值	凝固点 (℃)	含硫 (%)	含氮 (%)	比 重
L	75.5	10.08	10.12	23.94	0.11	6.1	0.11	0.29	0.8562～0.8654
M	74.27	12.41	11.21	16.76	0.16	7.9	0.14	0.30	

1 据陶国立(1983)"酒西盆地油源对比"。

4. 开发特点

石油沟油田 1955 年投入开发，截止 1983 年底，有油井 215 口，日产原油 129 吨、平均单井日产 0.7 吨。现有注水井 62 口，累计注采比 1.92。开发过程分为两个阶段：

(1) 溶解气驱开发阶段 (1955 ～ 1964 年)

开发初期，主要为溶解气驱，在边部存在一定的边水和底水，但能量较小，而氧化带附近则出现重力驱动。这阶段的主要特点是产量下降快，含水上升快，采油速度低。

(2) 注水开发阶段 (1965 ～ 1983 年)

本阶段产量逐步回升，平均日产回升到注水前的 1 倍多，含水基本稳定、每采出 1% 的地质储量平均含水上升 1%。本阶段主要做了以下工作：

① 狠抓油田认识，积极开展扩边。

② 合理布局，因势利导，沿裂缝注水。

③ 全面调整，主动进攻，提高注采对应率。

通过上述工作，扩大了油田面积，提高了注水效果，单井日产量逐年回升。

(四) 白杨河油田

该油田位于盆地北部单斜带上，为一断鼻构造。油藏类型为断鼻油藏(参见图 5－1－43)。钻井揭露地层有志留系、侏罗—白垩系、第三系及第四系，其中下第三系火烧沟组中上部为主要储油层系，白杨河组间Ⅱ层为次要储油层系。

火烧沟组中上部为块状砂岩，孔隙度 12 ～ 30%，平均孔隙度 23.9%，渗透率 69.1×10^{-4} ～ 19740×10^{-4} 平方微米，平均渗透率 2477.4×10^{-4} 平方微米。

白杨河油田的原油物性见表 5－1－30。

白杨河油田的开发分两个阶段：

1. 弹性底水混合驱动阶段 (1959 ～ 1962 年)

此阶段驱油动力主要为弹性能和底水混合驱动，至 1962 年底油井受底水水锥影响全部

表 5-1-30 白杨河、单北油田原油物性表[1]

油田	烷烃(%)	芳烃/总烃(%)	沥青质(%)	含蜡(%)	酸值	凝固点(℃)	含硫(%)	含氮(%)	地面比重
白杨河	77.95	11.97	9.20	19.55	0.07	12.8	0.10	0.25	0.85～0.86
白东	70.01	14.97	13.37	16.52	0.07	11.8	0.09	0.27	0.8611
单北	74.04	10.60	12.60	17.98	0.09	14.5	0.12	0.24	0.877
白南3井	88.33	12.02	3.12	29.29	0.04	33.0			

① 据陶国立(1983)"酒西盆地油源对比"。

见水，综合含水 15.7%，年含水上升速度约 4%。油田生产特点是采油速度高但下降快，压力下降快，投产一年压力下降 15 个 atm。阶段平均采油速度为 2.12%。由于底水能量不足，阶段采油速度降为 1.16%，地层压力由原始 94 大气压降为 79.3 大气压。

2. 底水驱动阶段(1963 ～ 1983 年)

此阶段油田能量单一，主要为底水作用。生产特点是产液平稳，含水上升、压力下降相对缓慢。随含水的上升，产油量下降，至1980年底，采油速度降为0.32%，1983年底降为0.22%。

(五) 单北油田

位于盆地北部单斜带上，是一个不明显的鼻状构造，属水动力封闭油藏(参见图5-1-50)。

储油层系属下第三系火烧沟组中上部块状砂岩层。

原油物性参见表 5-1-29。

单北油田于 1960 年 8 月经钻探发现，但 1969 年以前只有油井 2 ～ 3 口，产量很低。至 1969 年底共采油 3710 吨。

1970 ～ 1971 年采用150 米井距钻井13 口，获得了日产油7 吨的产量，目前日产油5 吨。1976 年底开始注水，有注水井2 口，但造成暴性水淹，产量下降，从1979 年下半年开始停注。

截止目前，采出程度 21.33%，综合含水高达 87.8%。

当前油田生产的突出问题是含水上升速度快和原油粘度大流动性差。

白东区于 1979 年 3 月钻探发现并投入开发，1980 年 7 月开始注水，目前有采油井 48 口，注水井 8 口，累计采油 6 万吨。由于白东区是一个底水能量不足的欠饱和低压油藏，投产后压力降低很快，因此一开始就采用点状面积注水法补充地层能量，以保持油田稳产。

十、资源预测及勘探前景

(一) 成熟生油岩生油量计算

1. 生油岩体积计算

1984 年王发泰、王义才等重新编绘了酒西盆地侏罗—白垩系暗色泥岩等厚图(图 5-1-53)以及酒西盆地侏罗—白垩系成熟生油岩等厚图(图 5-1-54)，依此圈定了有效生油岩的范围，计算了各凹陷生油岩的体积。并按推覆体的观点，对青西、石北凹陷南缘祁连山逆掩断裂带下盘可能存在的生油岩进行了体积推算，结果见表 5-1-31。

2. 生油量及资源量计算

综合酒西盆地各凹陷地球化学资料以及沉积岩、生油岩厚度资料，酒西盆地生油凹陷的生油条件可与我国东部盆地的Ⅱ类生油凹陷相类比(表 5-1-32)。

根据这一基本情况，玉门石油管理局研究院勘探室王发泰和王义才等于 1984 年采用三

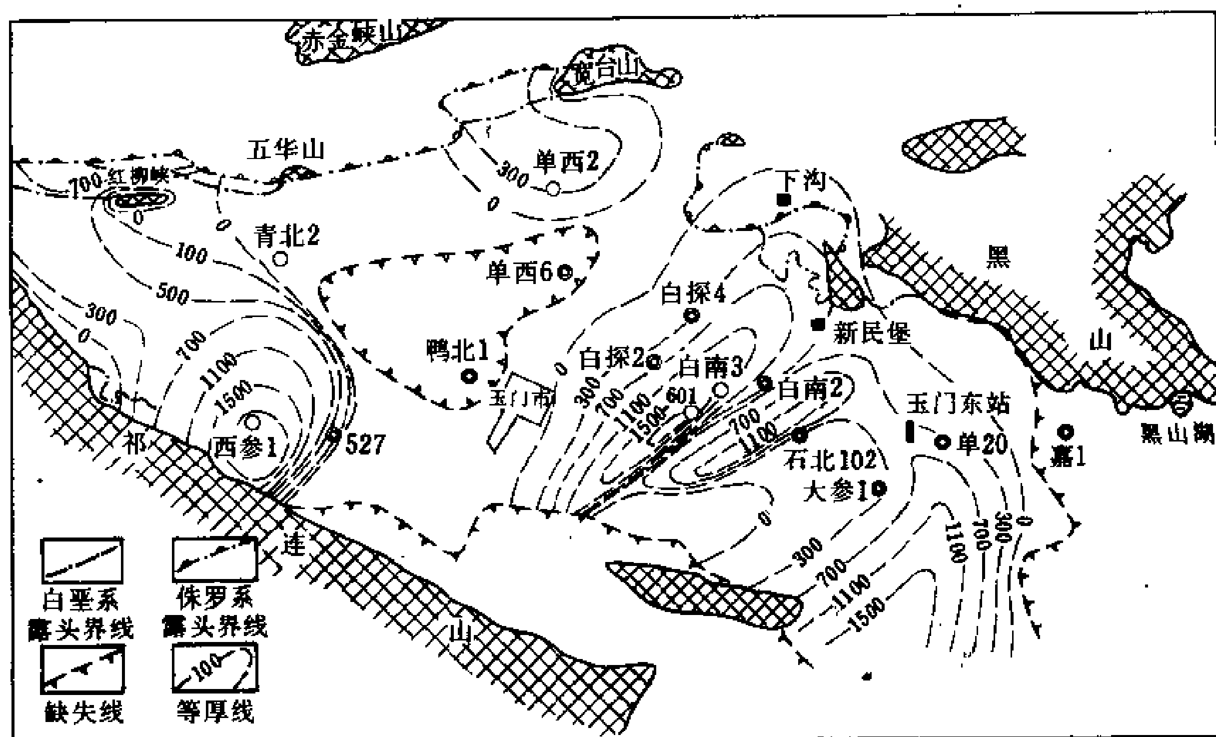


图5-1-53 酒西盆地侏罗—白垩系暗色泥岩等厚图

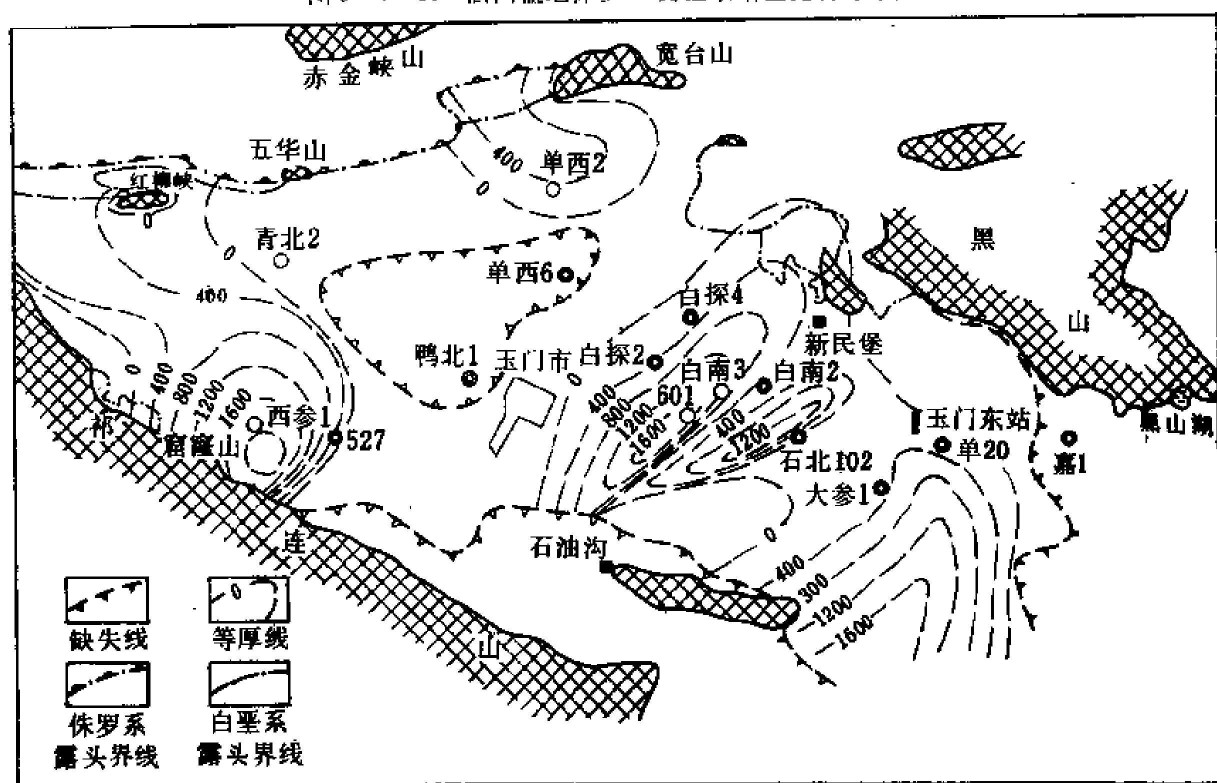


图5-1-54 酒西盆地侏罗—白垩系成熟生油岩等厚图

种方法对酒西盆地资源量进行了计算。

(1)氯仿沥青“A”法

计算公式: $Q_{残}=S\cdot H\cdot D\cdot A$

$$Q_{总}=\frac{1}{1-a}Q_{残}$$

表5－1－31　各凹陷成熟生油岩参数表

项目＼凹陷名称	青西凹陷		石北凹陷		大红圈凹陷	赤金凹陷	全盆地
	主体部位	掩覆部位①	主体部位	掩覆部位①			
面　积 (km^2)	324.70	60.05	297.75	5.30	308.10	103.75	1099.65
厚　度 (m)	686.66	678.43	620.29	290.57	648.62	283.95	3208.52
体　积 (km^3)	222.96	40.74	184.69	1.54	199.84	29.24	679.01

① 掩覆部分未计算在内。

表5－1－32　酒西盆地各凹陷生油条件与我国东部盆地类比表

凹陷类别＼项目		凹陷面积 km^2	最大沉积厚度 m	生油条件		
				最大生油岩厚度 m	地球化学指标	
					氯仿沥青"A"，%	有机碳，%
东部盆地	Ⅰ类	>1000	>6000	>1400	>0.12	>1.20
	Ⅱ类	>500	>3000	500～1400	0.05～0.12	0.6～1.20
	Ⅲ类	<500	<3000	<500	0.01～0.05	0.4～0.6
青西凹陷		421.4	7000	>2100	0.0783	1.19
石北凹陷		364.0	6000	>1900	0.1052	1.25
大红圈凹陷		355.4	6000	>1700		0.98
赤金凹陷		111.3	>2500	>500	0.0588	

$$Q_{运} = Q_{总} - Q_{残}$$
$$Q_{聚} = Q_{运} \cdot K$$

式中　D —— 岩石密度；a —— 排出系数；K —— 聚集系数；S —— 生油岩面积；H —— 生油岩厚度。

关于排出系数和聚集系数值及生油岩分级标准，参考我国东部地区的经验数据，分别为0.4和0.15。

(2)生油岩体积法

计算公式：$Q_{生} = S \cdot H \cdot a_{生}$

$Q_{聚} = S \cdot H \cdot b_{聚}$

式中　S —— 生油岩面积；H —— 生油岩厚度；$a_{生}$ —— 单位体积生油岩生油量；$b_{聚}$ —— 单位体积生油岩聚油量。

(3)产烃量法

酒西盆地干酪根类型主要为$Ⅱ_A$—$Ⅱ_B$型，尤以$Ⅱ_A$型为主。青西凹陷主要为$Ⅱ_A$型，每吨岩石干酪根的产烃率K_{HC}选为1.6公斤／吨$_{岩石}$。石北凹陷以$Ⅱ_A$型为主，$Ⅱ_B$型次之，考虑石北凹陷上覆地层厚度较小，转化条件稍差，采用K_{CH}为1.2公斤／吨$_{岩石}$。大红圈凹陷可与石北凹陷类比。确定K_{HC}为1.2公斤／吨$_{岩石}$。赤金凹陷采用K_{HC}为0.9公斤／吨$_{岩石}$。排出系数、聚集系数的确定与氯仿沥青"A"法相同。

三种方法所计算的总生油量为22.7 ~ 31.87亿吨，石油资源量1.44 ~ 2.10亿吨。其中用氯仿沥青"A"法计算的结果偏低，因此，在酒西盆地进一步加深勘探，深挖细找，找到新油田还是可能的。

3. 油气资源量预测

通过生油量计算，盆地总资源量约1.44 ~ 2.1亿吨。

青西凹陷提供的总资源量约1.2亿吨，(按总资源量2.1亿吨计)而青西的油气主要向南部背斜带运移。石北凹陷虽有可能向该带运移油气，但规模很小。在南带寻找大型的构造油藏不能寄于很大的希望，但找到小型复合油气藏还是有可能的。青西凹陷的东部和南部是近期勘探的有利区块，预测可找到岩性－裂隙油藏或断块油藏。

石北凹陷可能提供的资源量约0.4亿吨，而石北凹陷的油气运移聚集方向主要指向北部单斜带。预测可找到岩性油藏或地层不整合油藏。

大红圈凹陷可能提供的资源量约0.5亿吨，但至今未找到油藏。今后应加强大红圈凹陷的石油地质综合研究，进一步落实圈闭。预测可找到岩性油藏或地层不整合油藏。

另外，有人认为老君庙背斜带是推覆体的前锋带，在推覆岩席之下也是一个有利的勘探新领域。

（二）勘探前景

酒西盆地是近期勘探的一个重要盆地，新增储量任务的实现，要靠酒西盆地的勘探取得重大突破。

近几年来，用各种方法计算盆地的资源量，总生油量约22.7 ~ 31.8亿吨，石油资源量约1.44 ~ 2.1亿吨。

50年代至60年代初，盆地的勘探着眼于浅层第三系，着眼于构造油气藏。70年代才开始进行中深层勘探，寻找复杂圈闭的油气藏类型，但勘探程度甚低。

盆地内有几个凹陷，但凹陷的范围、基底结构，尚不完全清楚，尤其是青西、石北、大北凹陷被逆冲断层掩复的情况不清，青西凹陷中深层的构造格架不清。

下白垩统巨厚的生油岩层和上第三系、下第三系、白垩系、石炭系、志留系等多套储集岩系与下生上储、自生自储、新生古储的成油组合及多种类型的储油圈闭，为油气的勘探提供了广阔的空间和领域。且有一定的潜在资源量，因而勘探前景是好的。

今后的主要勘探目的层应是侏罗、白垩系及老地层。其次是第三系。

侏罗、白垩系是盆地的主要生油层系，但也发育着各种沉积类型的砂砾岩体。因此，找到的油气藏类型应多为构造－岩性油藏。

老地层组成盆地的基底，由于多期构造运动及风化剥蚀溶蚀作用，具备了储集条件，新地层覆盖其上，可形成各类地层圈闭。目前已找到了一个古潜山油藏。

因此，以侏罗、白垩系为主要勘探层系，以复杂油藏为勘探对象，是盆地今后的勘探方针。

酒西盆地的南部是祁连山北缘掩冲带，具备成油的地质条件，目前已探明的主要油田皆分布在这一带。因此，在这一带进一步深挖细找，可能会有新的发现。

根据近期的研究，我们认为下述两个区块是近期找油的重点区块。

① 青西凹陷区

青西凹陷是盆地的主要油源区，凹陷东部509井断层两侧，已找到了白垩系构造－岩性油藏和志留系古潜山油藏，这里还可能存在柳北断块、509断层南段断块和构造－岩性圈闭。凹陷南部，509井断层至积阴功台一带，临近祁连山北缘断层，基底有凸起存在，并有

重力高显示。目前已有三口井获得良好油气显示，其中有二口井获工业性油流。

因此，青西凹陷进一步勘探，预计可找到古潜山、岩性、地层裂隙和断块油气藏。

② 鸭老南区

指鸭儿峡和老君庙油田的南部的山前带，西起509井断层，东至石油河。这里第三系构成向斜，间泉子砂层有良好油气显示。老地层为石炭系—二叠系及志留系，断块发育，有重力高显示，白垩系—第三系超覆沉积其上。该区块西侧是青西生油区，油气运移经过这里，可形成断块潜山和岩性油气藏。

盆地北部单斜带也还有一定的勘探远景，单北区块，通过地震精查、解释，认为浅层和中深层断块发育，可形成各种断层圈闭。进一步钻探可找到小型断块油藏。

上述①和②区块，存在的突出问题是地表条件复杂，深层地震资料品质很差，对地下地质结构认识不清，各类圈闭很不落实，因此，坚持地震先行，加强野外采集方法研究和资料精细处理是目前必须解决的问题，同时要上钻探，取好地层资料，为地震的准确解释提供参数。

第二节 酒东盆地

一、盆地概况

酒东盆地位于河西走廊中段，界于东经98°30′至100°00′；北纬38°50′至40°00′之间。东隔榆木山与民乐盆地毗邻；西以文殊山为界与酒西盆地接壤；南达祁连山麓；北抵合黎山。盆地呈北西向展布，长约140公里，宽约60公里，面积约8400平方公里，地面海拔1500～2000米。盆地范围分属嘉峪关、酒泉和张掖管辖。兰新铁路和甘新公路纵贯盆地东西，交通便利。

盆地大致可分为四个地形区，即南部祁连山区，北部合黎山区，中部走廊区和东部榆木山区。南部祁连山区属祁连山脉中段，主脉大体呈北西—南东走向，由下古生界变质岩组成，山地海拔一般3000～4500米，其主峰位于酒泉之南，海拔5664米，山顶终年积雪。北部合黎山区山势低缓，呈北西西—南东东走向，组成山脉之主要岩石为下古生界及前震旦系变质岩，其上并有中生代和新生代地层覆盖，海拔在1400～1600米之间，相对高差约20～50米，地形上为不连续之低矮丘陵。东部榆木山区位于高台县城以南约20公里，走向北北西，组成山脉之地层与祁连山大致相同，其周围均为中生代地层，海拔3000米，东西长约30公里，南北宽5公里，呈一块断山屹立于盆地之东端。在南北两山之间，为由东南向西北倾斜的走廊平地，海拔一般为1300～2500米，大部分地区为戈壁砾石覆盖，此外尚有绿洲、沙漠和盐池。

酒东盆地河流属内陆河，自西向东有北大河、洪水坝河、丰乐河、马营河、摆浪河、西大河和黑河。各河均发源于祁连山区，上游多峡谷陡壁，河床比降大，中、下游比较平缓，流量随季节变化。

盆地内属大陆性干旱气候，具有冬冷、夏凉、日温差大、少雨、春季多风的特点。年平均温度5～8℃，年降水量50～200毫米，无霜冻期140～160天。

二、勘探历程

酒东盆地自1945年开始，至1985年共进行了42个队年的地质、地球物理勘探工作，其中物探占50%。已完成全盆地的地面地质详查、重磁力普查及部分地面构造细测；在盐池、营尔、马营地区进行了电法详查；数字地震勘探已基本完成营尔凹陷普查及全盆地的概

查；50年代至70年代曾于元山子、文殊山、合黎山、双井子、盐池、清水、金佛寺、元西等构造或地区钻井共计22口，总进尺25617.94米(表5－2－1)。

表5－2－1 酒东盆地勘探工作量统计表

勘探项目 / 勘探阶段	地震(km)			重磁力	电法	钻井	
	51型	磁带	数字			口数	进尺(m)
第一阶段 (1950～1962)	1884			完成详查	完成普查	19	16539.98
第二阶段 (1971～1973)	800	96.3				3	9077.96
第三阶段 (1983～目前)			2032.7			1	5565[1]

[1] 设计井深。

总的来说，就解决盆地石油地质基本问题而论，酒东盆地的勘探程度仍很低，平均每平方公里只有0.24公里的地震测线(多次覆盖)。现将勘探历程列于表5－2－2 。由表中可知，该盆地曾两次中断勘探，三上酒东，盆地勘探历程可分为四个阶段。

第一阶段(1949年以前)：仅限于地理、大地构造以及地层、古生物的研究，1938年开始注意到构造与油田的关系，做了少量的石油地质调查。

第二阶段(1950～1961年)：1951年以后，开始大规模的石油地质勘探。进行了详细的制图工作，发现了许多局部构造，并进行了细测及浅钻。同时，也大量开展了地球物理勘探。自1954年以后，本区又开始了各项专题研究工作。从此进入全面的、综合性的勘探时期，至1960、1961年达到高峰。但由于各井钻探的失利，1962年后被迫中断勘探工作。

第三阶段(1971～1973年)：由于对该盆地基底结构、凹陷内幕和生油层的分布以及远景评价等基本问题尚不清楚，1971年重新组织队伍对酒东盆地进行勘探，地震、地面地质、钻井和综合研究同时进行。然而，由于地震勘探使用的仍旧是51型光点仪器，没能取得T_5反射层(白杨河组底界)以下较好的反射，加之钻井能力尚小，金参1井3520米尚未钻穿第三系。技术及设备条件的不适应，遂使盆地勘探暂时搁置。

第四阶段(1983年～目前)：由于数字地震勘探技术及6000米钻机的引进，重新勘探酒东的条件已经具备。1983年决定第三次对酒东盆地进行勘探，用24次覆盖数字地震仪先作了三条概查大剖面，取得了深层较丰富的地震信息，发现了很好的苗头。经过1984年的综合评价工作，认为营尔凹陷较大、较深，因而酒东盆地仍具有较好的含油远景。1985年3月～1985年9月，与石油部物探局解释中心协作，对盆地进行了综合研究，并提交了营参1井设计并已施工。该井于井深2046米进入下白垩统，首次在营尔凹陷发现了生油层，并见到了良好的油气显示，从而揭开了本盆地石油勘探史上崭新的一页。

三、地层

酒东盆地的地层研究是在酒西盆地研究的基础上进行的。解放前虽做过一些工作，但系统地进行酒东盆地地层研究则始于1953年，在以后的研究过程中，对地层的划分各有不同，其大致情况可参看酒西盆地相应部分的叙述。

(一) 区域地层

酒东盆地由下古生界构成基底，自石炭纪后，盆地不同地区长期接受沉积。但由于盆地

表5－2－2 酒东盆地勘探简历表

年份	队名(或人名)	工作地区	工作类型	完成工作量	成果简述
1878～1949	奥布鲁切夫、德日进那林、黄汲清、孙健初等地质学家	南山边缘嘉峪关、文殊山等地	探险、路线地质调查、地质调查等		俄人、法人、瑞典等外国地质家在盆地边缘外围进行了极为简单的地质工作，多属探险性质，为以后提供了一定的地质资料。1937年孙健初等开始了石油矿产调查，当时工作仅限了老君庙一带，1946年前后才扩展到东部盆地，工作零星，积累了一些地质资料
1950～1954	石油管理局地质局所属小队	元山子、文殊山等地	普查、详查、细测及地震、钻探等工作	地质:1队年 地震: 1/2队年	建国后，开始了有组织的普查、详查、细测工作，陆续发现了文殊山、元山子等构造，1952年开展了文殊山构造的局部地震工作，1953年钻探了文1井，从此揭开了酒东盆地石油勘探的序幕
1950～1954	石油地质局104、106、107、108等地质队	盆地南缘及元山子等地	细测、专题研究(1:2.5万、1:1万)及浅钻	地质:6队年	细测落藏寺、无量庙、佛洞庙、石羊圈、元山子等构造，制出了1:25000、1:10000等比例尺的地质构造图，肯定和证实了地面构造的存在、圈闭以及幅度等问题，并进行了地层对比、构造专题研究，系统地收集了资料，初步与酒西盆地远景进行了对比
1950～1954	203、301、302、701等地震、重磁力、电法队	元山子、全盆地	细测、普查(1:10万)	地震 72.3km 重磁力 6000km²	元山子地震细测发现东端不闭合，重磁力队发现异常十余处，初步确定了全盆地内沉积岩厚4000米左右、面积5000平方公里以上，划定了盆地范围，电法队开展了少量试验工作，获得营尔附近基岩较深的结论
1955	地质调查处104队	合黎山西段	详查(1:5万)配有浅钻	地质:1队年 钻井: 1428米/5口	详查合黎山西段，证实了后墩构造及鸳鸯池以西沉积岩不厚
	701、801等电法及物性队	盆地中部	普查(1:10万)	电法210km	电法队继上年工作，证明营尔、马营两凹陷深达4000米，两凹陷间清水附近有一基岩隆起显示，并收集了岩石物性资料
	地质调查处、钻井队	元山子	进一步落实并钻探构造	钻井 1942m/6口	明确了白杨河群的厚度、岩相变化及其储油的可能性，证实元山子构造闭合完整，无油气显示
	地质调查处106队	合黎山东段	详查(1:10万)	地质1队详查了合黎山至酒建公路至黑河间地层、构造，测绘1:10万地质图	

续表

年　份	队名(或人名)	工作地区	工作类型	完成工作量	成　果　简　述
1956	地调处102综合研究队	全盆地		地质:1队年	对盆地首次进行了综合研究，结合地球物理资料，解释了盆地区域构造，进行了第三系地层对比和含油性的研究，其结论是盆地含油远景不大
	地调处701 703等电法队、203地震队	证实局部构造	普查和详查	电法:186km	电法队证实了盐池重力正异常为鼻状隆起，地震队以1/3队年的工作量，肯定了双井子鼻状隆起，并取得适合该区的地震工作方法
	地调处102队	合黎山东端	详　查	地质1队年	详查合黎山东半部分
	701、702队	局部地区	详　查	电法1286 km(包括酒西、民乐的一部分)	投入大量电法工作，证实清水隆起存在，榆木山北断层下盘基岩深达2000米以上，证实双井子鼻状隆起，解释了盆地部分地区的基岩构造、沉积岩厚度，但限于资料零星，解释尚有一定问题
	1212钻井队	盐池、双井子地区	钻　探	钻井 1652m/2口	在已发现的双井子和盐池两个鼻状隆起上投入了双2井、盐1井的钻探，寻找潜伏构造油藏，未获得油气显示，但取得了地层和物探资料，查明井下均无白杨河组
1958	102队	盆地南缘	详　查	地质:1队年	完成盆地南缘1:5万填图工作
	701队	酒泉地区	试验工作	电法:449km (包括武威及潮水的一部分)	利用大地电流测量补充盆地空白地区，获得部分定性资料
		清水、盐池地区	钻探	钻井 4782m/3口	在清水隆起投入清1井、清4井的钻探，同时在盐池鼻状隆起上又钻盐2井，井下均存在白杨河组地层，但经试验无任何油气显示
1959					暂时中断了勘探工作
1960	103队	全盆地	综合研究	地质:1队年	在马营河北口下白垩统暗色泥岩中发现油苗，初步明确了盆地内生储油岩系及岩相古地理情况。初步明确基底结构，划分了二级构造带及含油远景分区，利用水化学法发现了水异常二处，及环烷酸和稀有元素分布
	201、203、701、801等队	盆地中部	地震、电法的区域勘探及细测	地震: 2326km 电法: 542km 放射性: 1/2队年	地震队发现潜伏构造及正异常9处，初步完成了区域构造形态调查。电法队进行了南北向七条剖面测量，但资料质量均不高，对解释有一定影响。清水、马营、元西局部构造进行放射性试验工作

续表

年　份	队名(或人名)	工作地区	工作类型	完成工作量	成　果　简　述
1960	3208钻井队	清水地区	钻　探	钻井 4290m/1口	在清水隆起上又投入了清2井钻探
1961	102队	全盆地	综合研究	地质:1队年	认为该盆地是一个含油远景比较大的含油气盆地，具备良好的生、储、盖等石油地质基本条件，可分四个二级构造带，以几山子西倾背斜带远景最大
1961	103地质队	全盆地	水化学研究	1队年	发现洛藏寺和金佛寺各有一个水化学异常区，地表出现氯化钙及氯化镁型水，并有环烷酸的痕迹，含少量溴和碘，认为很可能受地下油气的影响
1962～1963					中断勘探工作
1964	701队	营尔地区	电法普查	373km	对单斜带与中央带的分界比以往更为确切，进一步肯定了营尔凹陷和莲花寺凹陷的存在
1965～1970					中断勘探工作
1971	2247队	营尔、元西地区	地震普查	260km	本区有标准波存在，白杨河组沉积稳定，向南加厚，没有明显构造；白垩系沉积凹陷和第三系沉积凹陷明显不一致，白垩系凹陷较北
1971		金佛寺地区	参数井	3520m/1口	以了解地层、含油情况和取得地球物理资料为目的，但第三系未钻穿，无任何油气显示
1972	2247队	元西地区	地震普查	377km	落实了元西半倾没背斜，查清了弓形山段顶部和白杨河组底部构造形态，对白垩系厚度变化及底部起伏情况有所了解
1972		元　西	钻　探	钻井 2152m/1口	在元西半倾没背斜上钻元西1井，白杨河组砂层良好，无油气，白垩系为角砾岩
1973	井下处综合研究队	全盆地	综合研究	地质:1队年	进行了第三系白杨河组和白垩系的划分对比，解释了物探成果，并结合钻井成果对盆地的认识有所深入，指出北东向断裂发育，对白垩系沉积有控制作用，酒东盆地不失为一个有含油远景的盆地，马营凹陷远景最大

续表

年份	队名(或人名)	工作地区	工作类型	完成工作量	成果简述
1973	2246队	营尔地区	地震详查	96.3km	第三系构造平缓，未发现明显隆起及其它地质异常，该区的下白垩系厚度较小，分布范围不大，营尔凹陷可能是第三纪的沉积凹陷
		马营地区	参数井钻探	3405m/1口	马参1井于1973年1月开钻，第三系砂层良好，白垩系未见大套暗色泥岩段，无油气显示
1974－1982					中断勘探工作
1983	2246队 2265队	全盆地	地震概查	176.4km	采用了24次覆盖数字地震仪重新勘探，取得了地下更深、更丰富的地震信息，致使对盆地基底结构及凹陷内幕进一步认识成为可能
1984	玉门石油管理局研究院勘探室	全盆地	综合评价	地质：1/2队年	在总结研究前人资料的基础上，利用1983年地震剖面和生油岩有机地球化学指标，对盆地进行了综合评价。认为酒东盆地具有很大的含油远景，早白垩世凹陷为箕状断陷性质，分割性较强；营尔凹陷面积大、沉积岩厚度大、有广泛发育的下白垩统分布，可能存在生油岩，因此营尔凹陷是最有远景的地区。另外，对盆地资源量进行了估算
	2265队	营尔地区及其它地区	普查和概查	446.9km	基本完成营尔凹陷概查测网，得到4.5秒的较好反射，剖面质量大为提高，凹陷面貌大致已清楚
1985	石油部物探局解释中心与玉门石油管理局研究院	全盆地	地震资料解释及早期油气资源评价	1/2队年	盆地为两坳一隆的基本格架，即南部坳陷带、中央隆起带和北部坳陷带；营尔凹陷面积3000平方公里，沉积岩最大厚度达9000米，地震地层学解释有生油层；发现15个圈闭；用多种方法预测了资源量；在营尔凹陷提交1口参数井
	2265	营尔及全盆地	普查营尔及概查全盆地	1409.4km	基本完成营尔凹陷普查测网和全盆地概查

南北基底不一及后期构造活动的差异，使得南北边缘沉积有很大不同。南缘除缺失上侏罗统、上白垩统外，石炭系至第三系均有分布，总厚达5800米。北边三叠纪以前沉积岩层全部缺失，侏罗系露头零星，白垩系分布广泛，第三系白杨河组缺失，总厚达2500米。盆地内部据钻孔及地震资料表明，发育了侏罗白垩纪及以后的全部地层，最厚大于7000米。该区地层岩性及分布情况如图5－2－1、图5－2－2，现由老至新概述如下：

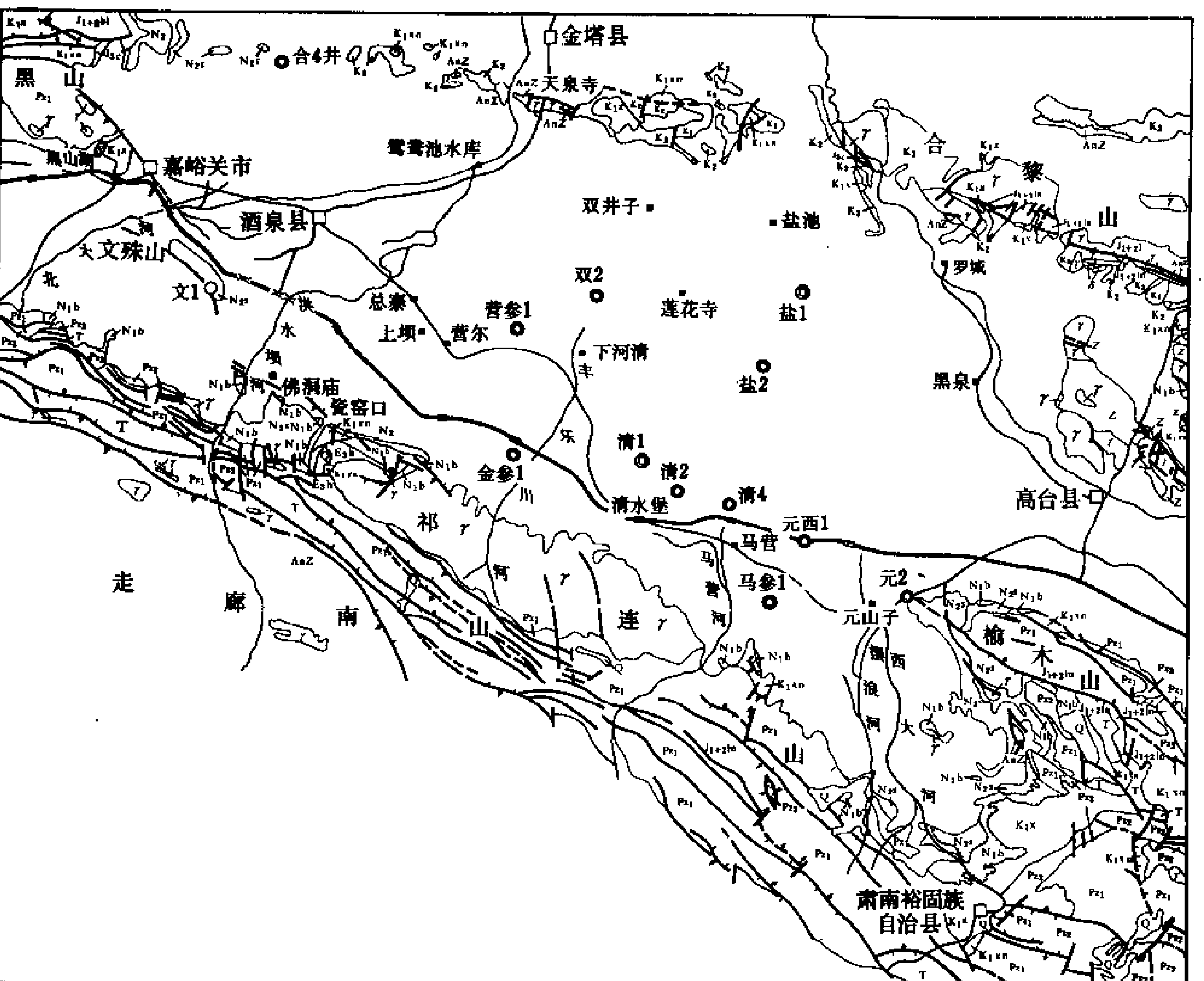


图5－2－1　酒东盆地地质简图

注：图中 AnZ 相当敦煌群

界	系	统	群	组	代号	柱状图	岩性描述	地震标准层
新生界	第四系						灰色砾石层组成河谷阶地及广大戈壁滩，胶结疏松	
	第三系	上新统		疏勒河组	N_2s		N_2s_3：大套砾岩夹砂岩 N_2s_2：棕黄色、土黄色泥岩夹薄层至厚层状砂岩、砾岩 N_2s_1：灰黄色、红色泥岩与砾岩、砂岩互层总厚>3000米	
		中新统		白杨河组	N_1b		N_1b_3：下部为棕红色砾岩、砂岩互层，向上变为砂岩与砂质泥岩 N_1b_2：棕红色泥岩为主，夹薄层砂岩 N_1b_1：桔黄色块状砂岩为主，含豆状钙质结核、夹砂质泥岩及石膏层 总厚904米	
中生界	白垩系	上统			K_2		棕红色砂岩、砾岩夹棕黄色、黄绿色砂质泥岩、泥岩及砂岩透镜体 >586米	T_5
		下统	新民堡群		K_1xn		K_1x_2：底部为黄绿色砂岩、砂质泥岩，顶部为灰黑色泥岩、黑色页岩，1000米	
							K_1x_1：棕红色砾岩夹薄层砂质泥岩，向上变为灰绿色砂质泥岩、灰黑色泥岩，厚1400米	T_8
	侏罗系	上统		赤金堡组	J_3c		灰紫色、棕红色砂岩与灰绿、灰黑色砂质泥岩及页岩，含煤线	T_9
		中下统	龙凤山群		$J_{1-2}ln$		棕红色、灰绿色砂岩为主，夹白色砂岩、灰色砂质泥岩、页岩及煤层 1008米	T_{10}
	三叠系				T		浅紫红色块状砂岩、砾状砂岩、砾岩，具大型交错层理厚度2208米	
上古生界					Pz_2		P：河流相碎屑岩建造 C：海相——海陆交互相的碳酸盐岩——碎屑岩含煤建造 D：紫红色砾岩夹砂岩分布零星，图上合并为Pz_2总厚度>5100米	
下古生界					Pz_1		海相碳酸盐岩、碎屑岩和火山岩建造，>1755米	T_s
上元古界	震旦系				Z		板岩、大理岩、变粒岩，>5160米	
下元古界	前震旦系		敦煌群		$AnZ_{1}n$		石英岩、千枚岩、板岩、大理岩、片麻岩，>6568米	

图 5－2－2　酒东盆地地层柱状剖面图

1. 前震旦系（AnZ）

主要出露在金塔之南、合黎山区及祁连山中部，由片岩、片麻岩及大理岩组成，由于受海西期花岗闪长岩侵入的影响，岩石变质程度偏高，侵入体附近多有混合岩化现象。总的看来，这是一套以片岩为主夹大理岩的变质岩系，与中新生代地层呈不整合或断层接触，构成盆地北部基底，总厚度大于 6568 米。

2. 震旦系（Z）

主要分布于黑河以东地区，岩性为板岩、石英岩、硅化灰岩、大理岩、白云岩、黑云母变粒岩、白云母变粒岩等，总厚度 5160 米。

3. 下古生界（Pz_1）

前人统称之为南山系。60 年代末和 70 年代初期，地质部深入工作后，根据化石、岩性等进一步细分到组，由中寒武统、奥陶系、志留系等地层组成。岩性主要为硅化灰岩、板岩及云母石英片岩、砾岩、石灰岩、泥灰岩夹砂岩，轻微变质。主要分布在祁连山、黑山及榆木山，盆地内部分布也很广泛，构成盆地主要基底；总厚度大于 7459 米。

下古生界为海相地层，含有丰富的化石，其时代划分对比基本没有争议。

4. 泥盆系雪山群（$D_{1-2}xs$）

出露在榆木山北坡，岩性主要为紫红色砾岩夹砂岩。与上覆上石炭统太原组呈局部不整合接触，与下伏中—下志留统呈断层接触。为一套磨拉石建造，厚度863米。

5. 石炭系（C）

下石炭统臭牛沟组（C_1c）：出露于肃南一带，为厚层灰白色石灰岩与黑色页岩互层，厚约80余米，不整合于下古生代地层之上。石灰岩中含有腕足类化石：*Rugosochonetes Laguessianus*，*Schuchertella* sp。

中石炭统羊虎沟组（C_2y）：底部为石英细砂岩及砾岩；中部为深灰色泥页岩、细砂岩互层，以细砂岩为主，含灰质结核及菱铁矿结核，水平层理及波状层理清楚，中部有数层灰白色薄层石英砂岩与泥质岩；上部为灰白色薄层石英砂岩、泥质岩夹有细砂岩及煤层。厚度82米。见于康乐和窑沟地区，与臭牛沟组连续沉积。含有植物化石：*Calamites* sp. *Neuropteris* sp. *Linopteris* sp 等。

上石炭统太原组（C_3t）：是本区含煤地层之一。在肃南、北大河东、冰沟、小红沟、榆木山区及黑山东麓格拉子沟等地呈断续条带状出露。岩性为灰紫、灰色、灰黑色页岩与灰白色砂岩互层。夹石灰岩与煤线，有可采煤层1—4层，不规则薄层状，分布极不稳定，动植物化石丰富。一般厚度142米。产蜓科：*Triticites* sp.，*Quasifusulina Phaselus*（Lee）；腕足类：*Choristites wangchuchueni* Chao，*Marginifera orientalis* Chao；植物：*Neuropteris Pseudovata* — *Lepidodendron posthumii* 组合。

6. 二叠系（P）

区内二叠系为陆相碎屑沉积，发育完整，二分清楚。下二叠统大黄沟组（P_1d）常与太原组相伴出露，为假整合接触。岩性为黄绿、灰绿色细砂岩、粉砂岩夹灰白色石英砂岩及灰黑色砂质页岩，砂粒均匀且圆，层面上白云母较多，含植物化石：*Annularia stellata*，*Sphenophyllum thonii*。

上二叠统窑沟组（P_2y）整合于大黄沟组之上，按岩性可细分为：下部灰白、灰绿、灰黄色中粗砂岩夹暗色砂质页岩，砂岩具交错层理，含云母碎片；中部为暗紫、紫红色砂质页岩夹砂岩；上部为灰白色、紫红色粗粒长石石英砂岩夹杂色页岩。含植物化石：*Phyllothcca deliquescens*，*Callipteris* sp.。

7. 三叠系（T）

该盆地东南缘仅出露中、下三叠统西大沟群（$T_{1-2}xd$），主要分布在榆木山南麓一带，分布局限，在窑沟为灰紫色、浅紫红色砂岩、含砾粗砂岩夹紫红色、灰绿色砂质泥岩及紫红色砾岩。底部砾石有窑沟组岩块，层内大型交错层理发育，未见化石，厚618米。属内陆河湖相碎屑沉积。在大力巴沟，这套地层与上二叠统呈明显的假整合接触，与中下侏罗统不整合接触。另外具砂球构造，与陕北三叠系有共同之处，故定为中下三叠统。

8. 侏罗系（J）

中下侏罗统龙凤山群（$J_{1+2}ln$）：在盆地南北及榆木山区零星分布，不整合于老地层之上，也是区内主要含煤地层之一，在天泉寺出露较全，厚达1008米。上部为灰色、灰白色、紫红色细砾岩、砂岩夹灰绿色细砂岩及灰黑色泥岩，有安山玄武玢岩2—3层；下部为灰绿、灰黑色中细砂岩，灰白色中细砂岩，灰白色细砾岩夹黑色炭质页岩及煤线、薄煤层30余层。含植物化石：*Coniopteris hymenophylloides*，*Sphenopteris* sp.，*Czekanowskia* sp.，*Phoenicopsis*，sp.*Annulariopsis* sp.，*Podozamites Lanceolatus*。属河沼碎屑岩堆积，岩性、

厚度变化均较大。

上侏罗统赤金堡组(J_3c)：仅在合黎山区西端出露，截大坂沟所见为紫红、灰褐色砾岩、砂岩夹灰绿色砂质泥岩、灰色泥灰岩及煤线，厚度413米。层内有介形虫化石：*Timiriasevia* sp.，*Darwinula contracta*；瓣鳃类：*Nakamuranaia*，*Sphoerium jeholersc*；植物化石：*Ginkgoites digitata*(*Brongniart*)、*Czekanowskia rigida Heer*。

9. 白垩系(K)

下白垩统新民堡群(K_1xn)：在盆地南北零星分布，出露于瓷窑口、马营河、肃南、榆木山北麓及合黎山局部地区，与前震旦系、下古生界、窑沟组、赤金堡组等呈不整合或断层接触。顶底往往不全，仅在青沟剖面较为完整，总厚1675米，由两个下粗上细的正旋回组成(下组和上组)。下旋回厚716米，底部与二叠系窑沟组不整合接触，为暗紫、紫红、棕红色砾岩、角砾岩，向上变为棕红、黄绿、灰绿色砂岩、砾岩夹红、灰绿色泥岩。上旋回959米，下部为黄绿、灰绿色砂岩、砂质泥岩，上部为约400米的灰黑色泥岩、黑色页岩，其中含黄铁矿结核及大量瓣鳃类化石：*Ferganoconcha* spp.，*Nakamuranaia Chinyshanensis*；介形虫：*candona* sp.，叶肢介：*Estheria* sp.，*Liaoningestheria* sp；植物：*Otozamites* sp.，*Sphenopteris*(？) sp.；轮藻：*Aclistochara* spp.等。

上白垩统(K_2)：南山未见该统分布，在合黎山区出露较为广泛，不整合于前震旦系及下白垩统之上。由于覆盖较多，无一完整剖面，厚100～700米不等，在盐池一带井下为80～240米，岩性为棕红色砂岩、砾岩夹棕黄色、黄绿色砂质泥岩、向上逐渐变为大套红色砂砾岩，普遍含钙质结核。本套地层中化石罕见。1960年103队报告中提及在红山子河以西见到大型脊椎动物化石，但未见鉴定结果。1972年玉门石油管理局井下处综合研究队在北山采了数十块样品，未发现一粒微古生物。此套地层在划分和对比上问题较多，现叙述如下：

酒东盆地白垩系最早从酒西盆地对比过来，划分为上惠回堡(上白垩统)和下惠回堡(下白垩统)；1959年侯祐堂、赖星蓉在研究了酒西盆地的介形虫后，认为不存在上白垩统，随之将酒西盆地上惠回堡那套地层(现称为中沟组和下沟组)改为下白垩统、酒东盆地地层未改，因为其间存在一个不整合，此外岩性与酒西盆地的也不同；1969年玉门石油管理局井下处地质队野外工作时认为这套地层应属白杨河组；同年甘肃省区测二队在本区填图时，改为下白垩统上亚群，理由是酒西盆地既改，酒东盆地亦应随之；1973年玉门石油管理局井下处综合研究队又将其划为上白垩统，依据见表5－2－3。根据目前最新资料来看，这套地层可能不是下白垩统，至于是上白垩统还是火烧沟组尚难定论，但作为一套独立的地层则是存在的。

10. 第三系(R)

在盆地的南缘，从青棵地到红山口一带有一小块分布局限的渐新统火烧沟组(E_3h)，岩性为暗紫红色砾岩夹粗粒石英砂岩。最早这块地层划为白杨河组；1961年102队认为该套地层与白杨河组之间有一不整合；肯定时代较老一些，故改划为火烧沟组，1969年甘肃省地质局区测二队，将其和酒西对比后亦暂定为渐新统；1973年玉门石油管理局井下处综合研究队经实地野外观察后认为：青棵地剖面未见断层与沉积间断，层序正常，1961年改划火烧沟组所依据的资料不可靠，将这套地层全部划为间泉子段较为合适。此外，还有一种意见，认为这套地层应属下白垩统。由于没有任何化石资料，此套地层的时代问题仍未解决。但从区域地层的分布看，全盆地唯独在南面出现一小块，不合规律；另外，地震资料解释亦

表5-2-3 上、下白垩统对比表

		上白垩统	下白垩统
1	分布地区	北山及中央带	盆地南北
2	沉积旋回	不明显	1—2个正旋回
3	地层产状	较平缓，30°以内，	较陡，30°以上
4	岩　性	砾岩、砂岩为主	砾岩、角砾岩、砂岩、泥岩、页岩
5	岩石颜色	红色、棕褐色	红色、黄绿色、灰绿色、黑色、灰白色
6	沉积特征	富含钙质团块	有波痕、水平层理
7	化　石	稀少	丰富
8	重矿物组合	石榴石、绿帘石	锆石、石榴石、白钛矿

无火烧沟组。但为了提醒后人注意，在图5－2－1上仍保留其代号以备查考。

上第三系中新统白杨河组（N_1b）在盆地南缘广泛出露，超覆不整合于一切较老地层之上。是一套棕红、深棕红色砂岩、砾岩、砾状砂岩和泥岩，含石膏、钙质结核，岩性较稳定的内陆湖相碎屑沉积，厚度变化大，由49米到929米。根据其岩性和沉积旋回可进一步划分为下部间泉子段（N_1b_1）：桔红、桔黄色块状细砂岩，含砾砂岩夹棕红色泥岩，普遍含石膏及豆状钙质结核；中部石油沟段（N_1b_2）：棕红色、深棕红色泥岩、砂质泥岩夹薄层棕红、灰白色细砂岩，间泉子段和石油沟段构成一完整的正旋回；上部干油泉段（N_1b_3）：灰棕、棕红色厚层块状砾岩、砾状砂岩及棕红色砂质泥岩，下粗上细，为另一旋回。

上第三系疏勒河组（N_2s）：在盆地南缘出露；假整合于白杨河组或不整合于其它较老地层之上。下部弓形山段为棕灰、灰白、棕黄色砾岩、砾状砂岩与棕红色粉砂质泥岩互层；中部胳塘沟段为棕黄色、土黄色泥岩夹薄层、厚层砂岩、砾岩；上部牛胳套段为砾岩、砂岩互层。地面厚度50～1500米，在覆盖区钻井揭露1600～2600米，总的趋势是向北变薄、北山未见分布。本套地层为河流—山麓洪积相。

11. 第四系（Q）

下更新统玉门砾岩组（Qpy），与N_2s相伴出露或不整合于一切老地层之上，由南向北有明显岩性变化，盆地南部为灰色、黄褐色砾岩为主夹砂岩透镜体，由下而上变细。具"蜂窝状"外貌。盆地北部以砂泥岩为主。据地面露头观察，南厚北薄，覆盖区厚度可达数百米，属洪积相。

中更新统酒泉组（Qpj）及近代沉积 Qh：岩性主要为砾石、砂及亚粘土，组成河谷阶地及广大戈壁，不整合于一切老地层之上，成因类型以洪积为主，尚有风积、冲积、沼泽沉积等类型，厚度变化大，0～500米。

（二）地震层序的划分

鉴于盆地中钻井资料少，尤其是钻达主要目的层——上侏罗—下白垩统的井更少。因而对广大第四系覆盖区地层层序和沉积特点的认识，就毫无疑问地要依靠地震信息了。1985年玉门石油管理局研究院和石油部物探局解释中心协作时，将盆地中的地震层序归纳为五大套，自下而上为：Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ（图5－2－3、图5－2－4）。

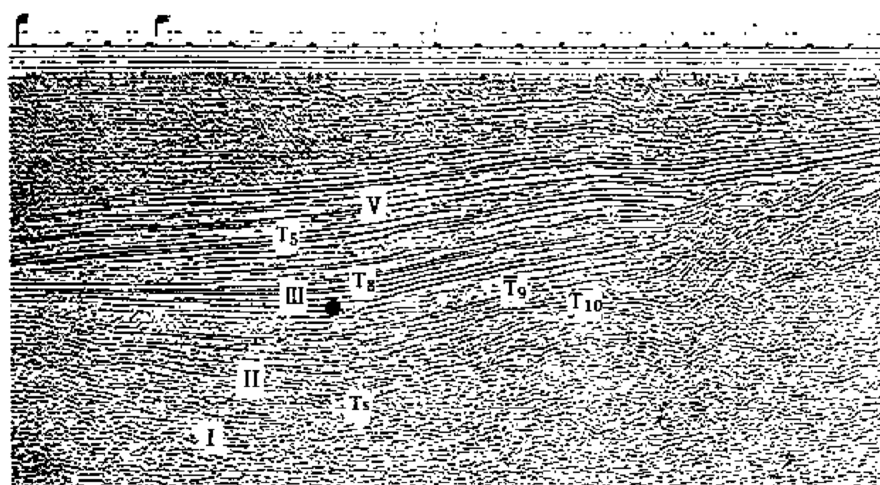


图 5－2－3　JD84－5 剖面所示层序关系



图5－2－4　JD84－7 剖面所示层序关系

第Ⅰ层序：杂乱或无反射。其顶界（T_S）在凹陷中心处反射特征不清楚，大部分地区是假设或推断的，但在隆起边缘受大断层控制地区，如营尔凹陷的北坡和东坡，可见较强振幅、连续性较好的断面或基岩面反射。

此层序分布广泛，构成盆地的基底。据区域地质和合 4 、盐 1、盐 2、清 4、元西 1 等井的资料分析，此基底包括前上古生界各套地层，但不同地区所代表的地层时代和岩性均不同。盆地广大地区为下古生界志留系浅变质的灰绿色、灰紫色板岩、砂岩、砾岩。推断部分地区尤其是靠北部合黎山区，即为变质程度较深的前震旦系片岩、片麻岩夹大理岩。

此层序与上覆层的接触关系如何？ 大部分地震资料不清晰，据区域资料推断，应为不整合接触。

第Ⅱ层序：为变振幅、较连续短反射。顶界(T_{10}或T_9)在大部分地区不清晰，但根据上、下地震相的差异隐隐约约仍可找出一个界面，并在部分地区(如隆起斜坡处)可见到与上覆层呈微角度不整合现象。此层序主要分布于双2井—元西1井一线以南大部分地区，与重力低的依附关系较为密切。往往在主要重力低处厚度大，最厚可达4000米。其厚度变化似有东厚西薄、南厚北薄的趋势。根据反射特征，结合区域地质资料推断，此层序可能为前侏罗系陆相砂、泥岩互层的反映，最大可能发育中下侏罗统河湖、沼泽相含煤沉积。

第Ⅲ层序，根据其内部接触关系，可进一步划分为三个亚层序，从下往上为：

第一亚层序，为弱振幅、连续性差或无反射。顶(T_9)、底界(T_{10})较清楚，一般为两个强振幅较连续反射，与上、下层均见微弱交角接触关系。分布局限，主要分布于营尔凹陷西北角，于84－17测线开始出现，往西逐渐扩大。西厚东薄，最厚处约1000米。据地震反射特征推断，此层序的岩性可能为砂、砾岩及泥质岩、下部粗，上部变细。

第二亚层序，下部为弱或无反射，往上为强、或中、弱振幅席状反射，北部边缘出现斜交形反射。此层序分布广泛，全凹陷均有分布，厚度也较稳定。营尔凹陷一般厚800～1000米，最厚处位于JD84－6与JD84－17、19测线交点以北2公里附近，厚达1400米，向四周逐渐减薄。马营凹陷最厚处位于西北、东南两侧，推断最厚达2000米。在营尔凹陷与上覆层序在凹陷中心处一般为整合接触。而下部在广大地区直接超覆不整合于前侏罗系之上。在马营凹陷，与上覆层序可见剥蚀关系(图5－2－5)。

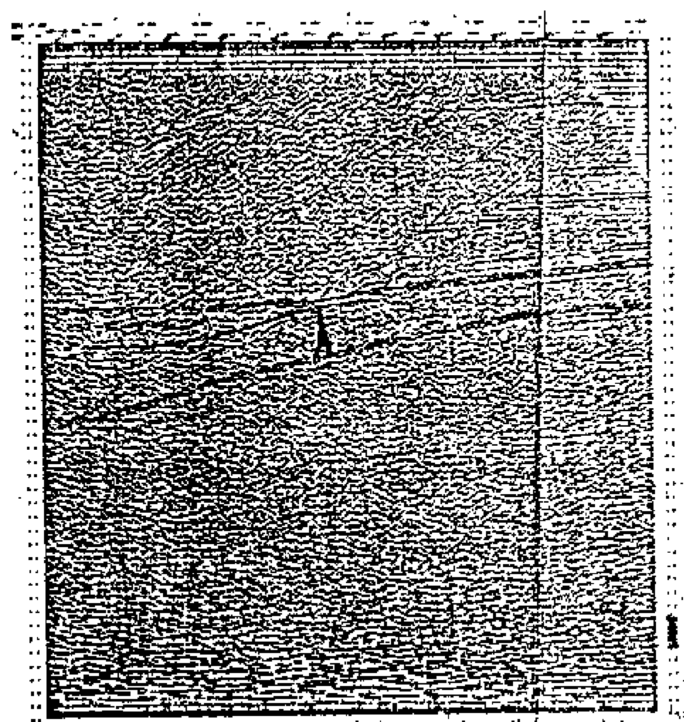


图5－2－5 马营凹陷JD84－9A显示Ⅲ₂与上覆层接触关系

第三亚层序，下部在凹陷中心处为强振幅席状反射，向两侧渐变为中、弱振幅席状及弱振幅杂乱反射，往上出现弱振幅中频，不连续反射，北部边缘出现S形反射。此层序分布范围较第二亚层序小，主要由于后期遭受剥蚀所致。在马营凹陷中央隆起处，剥蚀更为严重，几乎缺失了此套亚层序，一般厚度500～1000米。

由于盆地覆盖区中直接钻达或钻穿第Ⅲ层序的井极少。依据剖面上层序的顺序，彼此间的接触关系、地震相特征与毗邻的酒西盆地进行类比后，确定其地质时代为：第一亚层序(Ⅲ$_1$)—上侏罗统赤金堡组(J_3c)；第二亚层序(Ⅲ$_2$)—下白垩统新民堡群下岩组(K_1x_1)；第三亚层序(Ⅲ$_3$)—下白垩统新民堡群上岩组(K_1x_2)。

第Ⅳ层序，为变振幅、较高频、连续性差平行反射，顶、底界线清楚，与上覆层为平行不整合接触，与下伏层呈交角不整合关系(参见图5－2－3)。此层主要分布于双2井—元西1井一线以北，呈零星状分布，厚度一般为500～700米。据其空间分布、产状，并结合露

头地层情况，推断该层序为上白垩统，岩性为砂、砾岩夹砂质泥岩、泥岩。

第Ⅴ层序，上部干涉严重，反射品质差，下部为高频、连续性好、强振幅与弱振幅、连续性较差反射间互，底部常出现2～3个强振幅、连续性好、平行的反射。一般厚度2500～3500米。最深处4200米，位于祁连山前，南厚北薄现象十分明显，与第Ⅳ层序的厚度变化正相反。此层序分布广泛，大面积不整合覆盖于不同时代地层之上。根据金参1井、营参1井、元西1井和其它钻井资料，此层序的时代为晚第三纪—第四纪。岩性下部为滨湖河流相的砂岩、砾岩、泥岩，上部为山麓洪积相、河流相的砾岩夹砂岩。各地震层序特征可概括如5－2－4。

表5－2－4　酒东盆地地震层序划分表

地震层序		地震反射特征	时代岩性	最大厚度(m)	分布
Ⅰ		杂乱或无反射，顶界在隆起边缘或受大断层控制区，为强振幅连续好的反射	推断大部地区为下古生界志留系，以浅变质的板岩、砂、砾岩为主		南部
Ⅱ		变振幅较连续短反射，顶界反射特征不清	推断以三叠、二叠系及部分石炭系为主。以砂、泥岩为主	4000左右	双2井—元西1井一线以南
Ⅲ	一	弱振幅、连续性差或无反射。顶、底界一般为两个强振幅，较连续反射	推断为上侏罗统砂、砾岩及泥页岩	1000	分布于营尔凹陷西北部
	二	下部为弱或无反射，往上为强、中振幅席状反射，边缘出现弱振幅席状反射，北部边缘见斜交反射	推断为新民堡群下岩组，下部为砾、砂岩，往上为泥岩夹砂岩。	1400	分布于营尔凹陷、马营，许三湾凹陷
	三	下部为强振幅席状反射，向西侧渐变为中、弱振幅席状，往上以中、弱振幅席状反射为主	推断为新民堡群上岩组，下部以泥质岩为主，往上为砂泥岩互层	1100	主要分布于营尔凹陷
Ⅳ		变振幅，较高频、连续性差、平行反射	推断为上白垩统，砂、泥岩互层	800	主要分布于双2井—元西1井以北
Ⅴ		下部为高频，连续性好，强振幅间弱振幅，底部出现2～3个强振幅，连续性好，平行反射	晚第三纪加第四纪砂、泥岩	4200	全区

四、构造

酒东盆地、酒西盆地和民乐盆地，在大地构造位置上同属祁连褶皱系之山前拗陷，或称槽缘拗陷，又称走廊过渡带。其间以文殊山、榆木山基岩隆起分割为三个盆地；酒东盆地居于中段，东西长、南北窄，略呈不规则之菱形。

(一) 基底性质及结构

1. 基底组成及时代

盆地内钻至基岩的井有合4井、盐1井、盐2井、清4井、元西1井、文1和文2井、共7口，简要数据见表5－2－5。

表5－2－5 酒东盆地钻至基岩井数据表

井号	最后井深(m)	钻进基岩深度(m)	钻人基岩厚度(m)	基岩面海拔(m)	基岩时代	岩性简述及其它
合4	296.26	265.00	31.26	+1200	Pz_1	黑色片岩、板岩夹石英岩
盐1	650.60	584.00	66.60	-784	S	584～638m为花岗岩，638m以下为深灰绿色千枚状板岩
盐2	1231.46	1030.00	201.46	+340.84	S	变质岩
清4	2517.54	2482.50	35.04	-906.19	S*	灰绿色变质岩、节理发育
元西1	2152.56	2034.00	118.56	-452.7	S	灰绿色千枚状板岩
文1	2218.02	2030.00	188.02	-300.68	O？	蓝灰色板岩、千枚岩夹花岗斑岩之小岩体
文2	2027.16	1931.00	96.16	167.89	O？	蓝灰色夹灰白色硬砂岩及蓝灰草绿色板岩

由上表数据结合物探资料认为，盆地基岩主要由下古生界浅变质岩系组成，岩性以灰绿色、蓝灰色千枚状板岩、千枚岩和板岩为主，间夹石英砂岩和硬砂岩，并有加里东期花岗岩侵入其中。靠近合黎山基底可能由前震旦纪结晶岩组成(图5－2－6)。

2. 基底形态及起伏

对基底形态的研究由来已久，50和60年代初做了大量的重、磁和电法工作，只得到基底相对隆起和拗陷的定性认识；70年代初用51型仪器进行地震勘探亦未获结果；1983～1984年运用数字地震勘探技术取得一些较好的地震剖面，并对重力资料重新进行了数字处理(见图5－2－6)。

整个盆地基底显示了南低北高、西低东高、中间并有起伏的趋势。大致可分为三大部分，即营尔凹陷区：呈北西向展布，基底最大埋深9公里；北部基岩低隆起区：基底最大埋深仅3公里，盐池—双井子一带则为500～1000米；东部基岩埋藏深度变化平稳区：基底埋深一般在2.5～4公里之间。

3. 基底断裂

根据地震解释、重磁电及地面地质资料，可以明显地看出主要有三组断裂。第一组为北西—北西西向平行区域走向的断裂，断距大、延伸长，控制着盆地南北的边界和一级构造单元，盆地南缘以向北逆掩的逆掩断层为主，盆地北缘以高角度正断层为主；第二组为北北东向近乎于垂直区域构造线的断裂，控制着盆地的凸起和凹陷等亚一级构造单元，形成于侏罗纪后期，以同生正断层为主并有少量逆断层，白垩纪后期断裂活动减弱；第三组走向北西西，仅发育在盆地的东西边界，为分割走廊各盆地的断裂。

酒东盆地区域断裂要素简列于表5－2－6。

(二) 构造单元的划分及构造特征

1954年107队根据盆地第三系的褶皱形态，将盆地分为三个带，即南部强烈褶皱带、

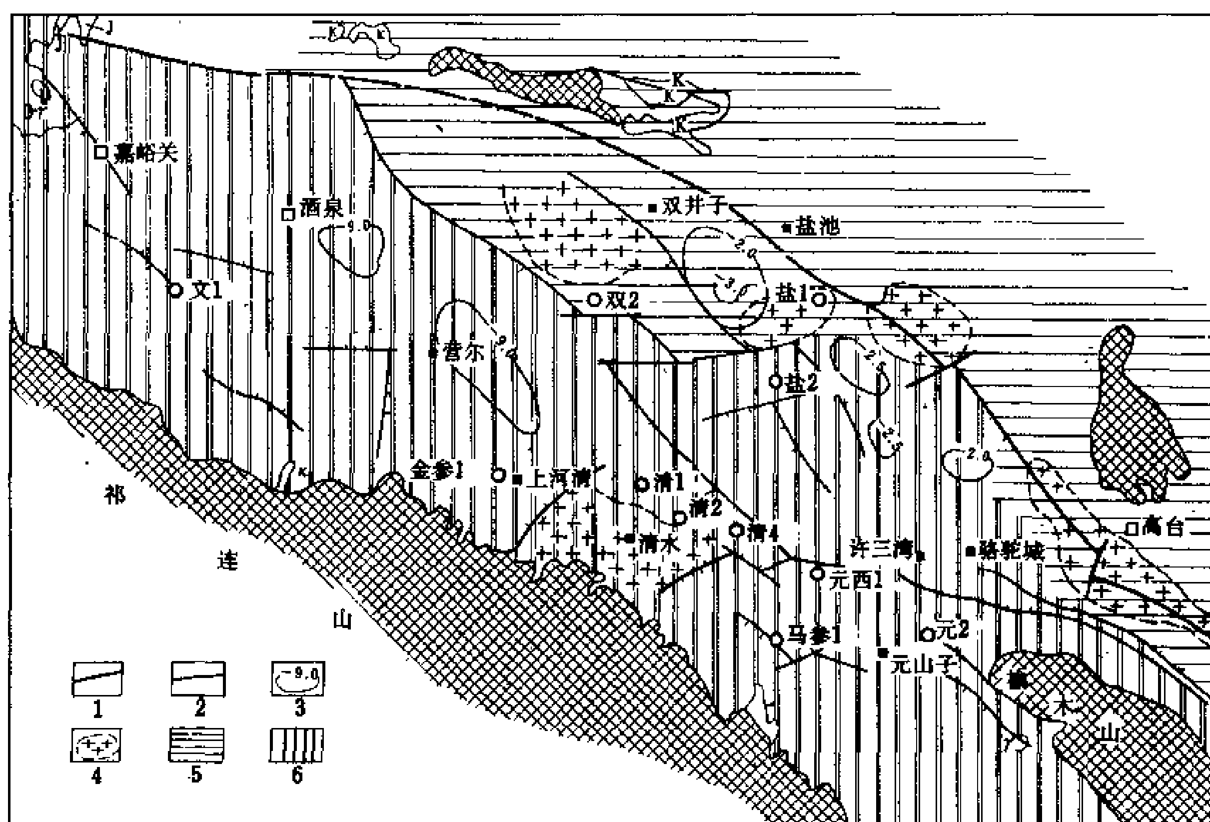


图 5－2－6　酒东盆地基底结构图

1— 一级断层；2— 二级断层；3— 基底等深线（公里）；4— 推测花岗岩；
5—前震旦系基底；6—下古生界基底

表 5－2－6　酒东盆地区域断裂要素简表

序号	断　裂　名　称	级别	走向	倾向	落差 (m)	长度 (km)	性质	断开地层	依　据	备注
1.	合黎山南缘断裂	区域	NW	S		＞100	正		重力	
2.	双2井断裂	I	NW	S	3000	25	正	上第三系以下各层	地震、重力	
3.	榆木山北断裂	I	NWW	N		80	正		物探	
4.	榆水山南断裂	I	NW	S		50	正		地面推断	
5.	文珠山断裂	II	NW	SW	100	30	逆		地面、推断	
6.	祁连山北缘逆掩断裂	I	NW	S		110	逆		地面	
7.	清水断裂	I	NE	W	5000	15	正	上第三系以下各层	地震、重力	
8.	清水东断裂	I	NEE	E		20	正	上第三系以下各层	地震、重力	
9.	嘉峪关断裂	I	NNW	SW	1400	22	逆	K－E	地面	

注：断裂位置见图5－2－7。

中央下沉带和北部和缓褶皱带；1955年电法队证明了营尔和马营两个凹陷间有清水基岩隆起分隔；1960年103综合研究队将盆地划分为佛洞庙背斜带、落藏寺背斜带、清水背斜带和盐池单斜带四个二级构造单元；1961年102队的划分与1960年的划分大同小异；1973年玉门石油管理局井下处综合研究队划分了南部褶皱带、榆木山西倾背斜带、中央拗陷带和北部单斜带四个二级构造带；1984年玉门石油管理局研究院勘探室将盆地划分为三个一级构造单元，即南部断褶带、中央拗陷带和北部单斜带；1985年石油部物探局解释中心认为两拗一隆构成盆地区域基本格架；1986年玉门石油管理局研究院勘探室在进行酒东盆地资源评价时，将不同构造层的构造单元分而论之。

1. 中生代的构造特征及构造单元划分

中生代酒东盆地的构造，主要是沿袭基底断裂网络，在燕山构造旋回新应力作用下发育而成的。基底断裂不仅控制着盆地的轮廓，而且也控制着凹陷和凸起的边界、以及沉积建造与后期的变形。由于受力方向大小和基底性质的差异，不同构造部位上的凹陷和凸起在构造形态、沉积建造及其变形特点等方面具有不同的特点。

综合分析了现有重力、地震等资料，认为盆地区域构造基本格架系由呈北西向的两个拗陷和一个隆起所构成，自南而北依次为南部拗陷、中央隆起和北部拗陷(图5－2－7)。

(1)南部拗陷

位于盆地南侧，呈北西走向，南界祁连山北缘逆掩断裂带，北界双2井及榆木山南断裂，

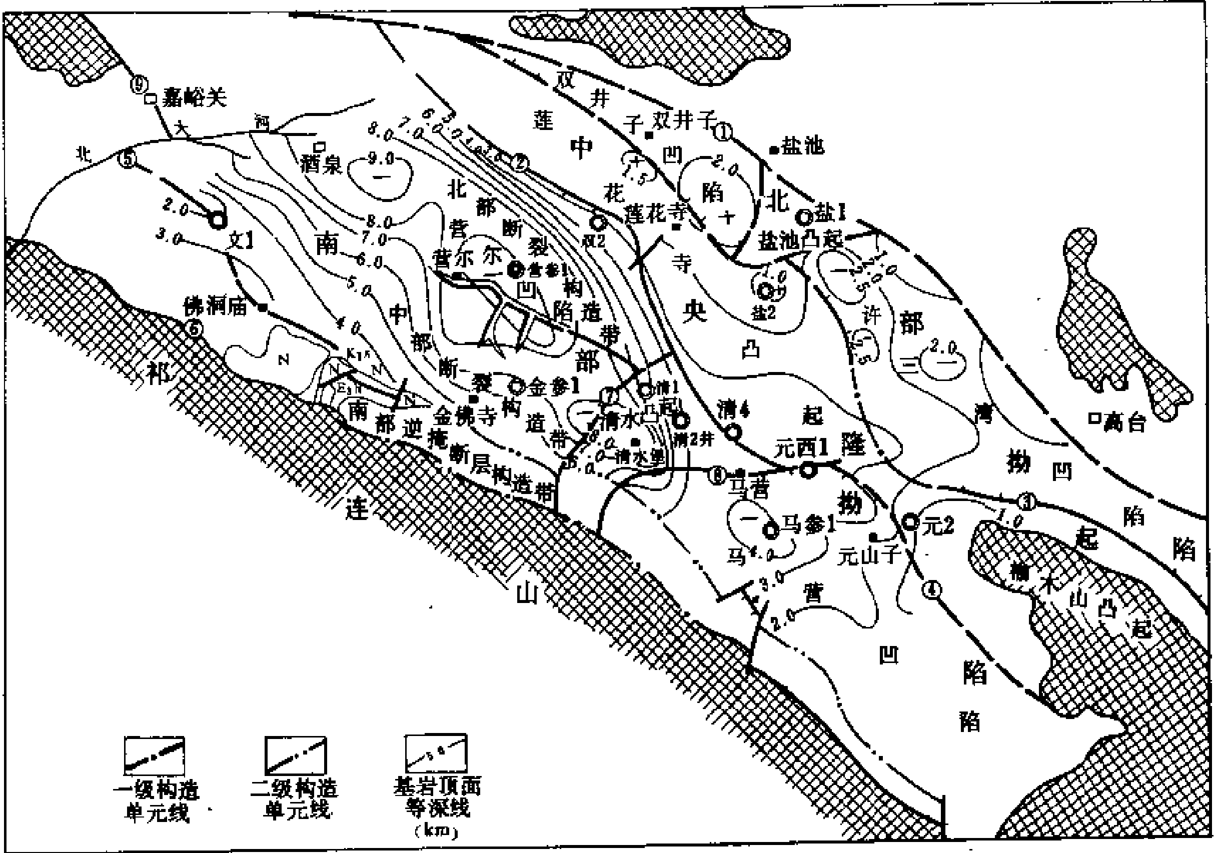


图5－2－7 酒东盆地中生代构造区划图

图中①、②、③…为断裂编号，名称与表5－2－6对应

东达榆木山，西到文殊山。长约160公里，宽约32公里，面积约5000平方公里。包括营尔凹陷、马营凹陷及其间的清水凸起。

南部坳陷是盆地的主坳陷，除中间的清水凸起上缺失中生界或沉积极薄外，其余两个凹陷沉积厚度巨大，层序较全，主要目的层系（上侏罗—下白垩统）分布范围广，厚度大，是盆地最有油气远景的地带。

①营尔凹陷

位于坳陷的西部，为晚中生代开始发育起来的继承性较好的凹陷，呈北西向展布（图5－2－8、图5－2－9）。北侧由北西向的双2井断层所限，东端为北东向的清水断层所切，南

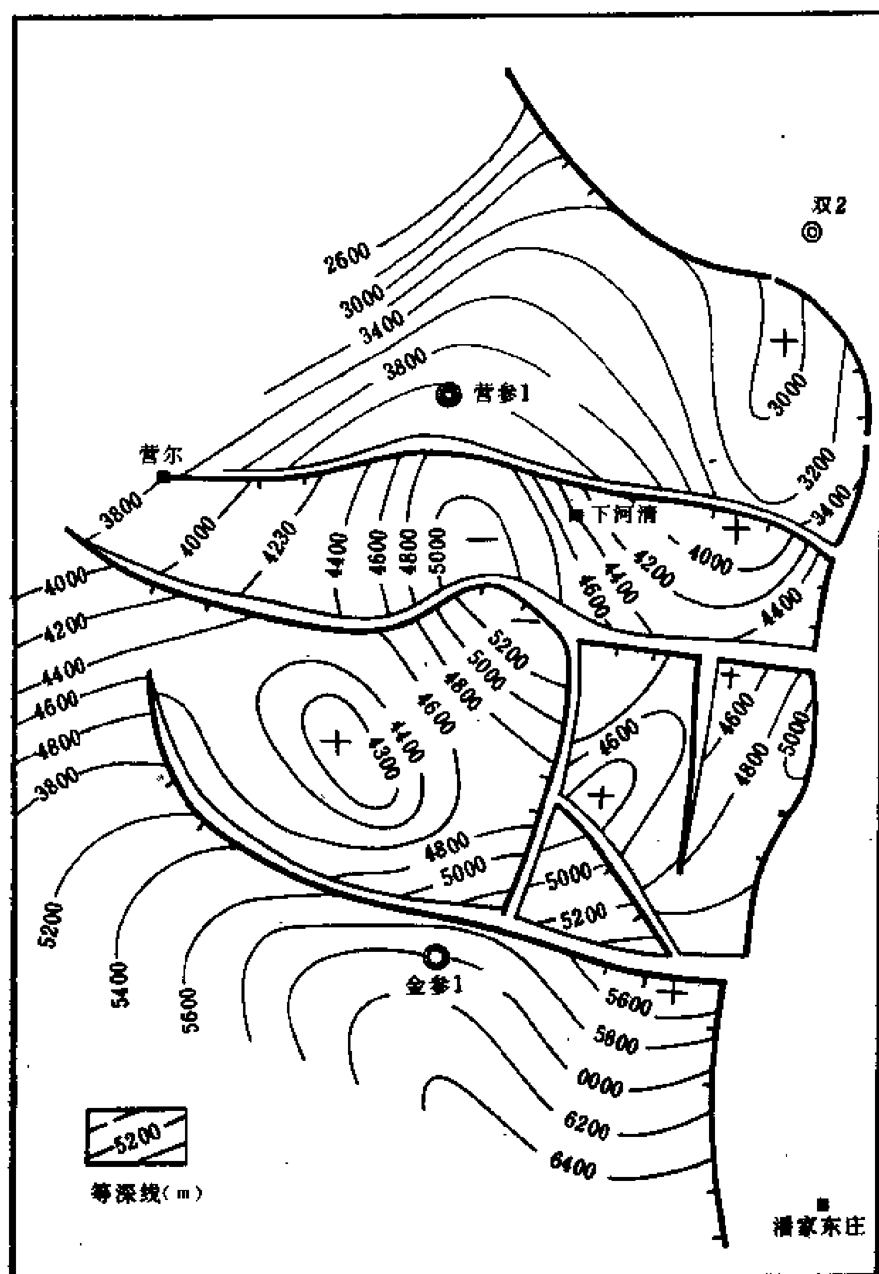


图5－2－8　营尔凹陷T_9反射层等深图

（本图基准面采用海拔＋1500米）

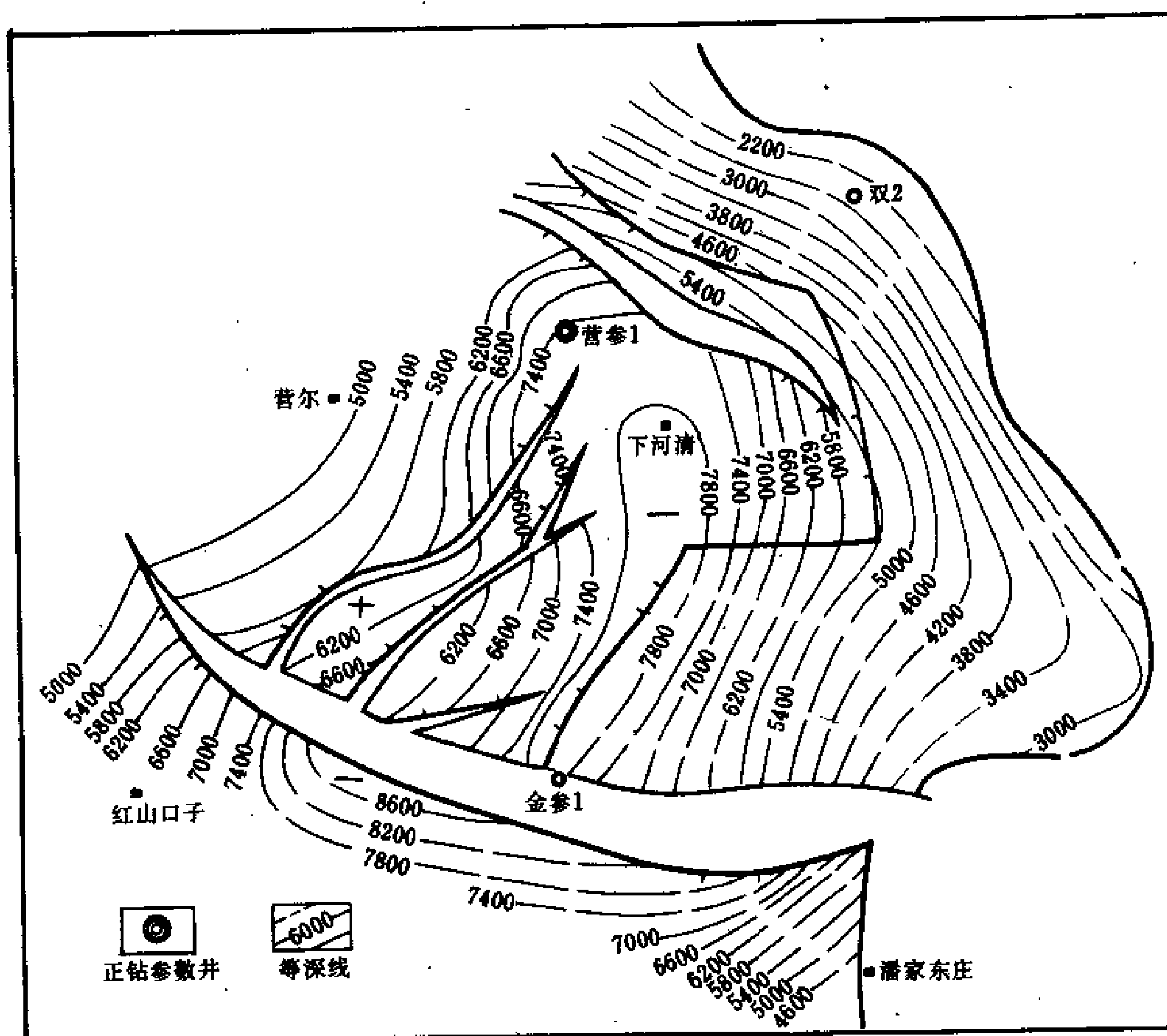


图 5－2－9　营尔凹陷地震T_5反射层等深图

部为祁连山北缘逆掩断层所阻。东西长约 80 公里，南北宽约 36 公里，面积约 3000 平方公里。包括两个沉积中心，一个位于凹陷东侧营尔至下河清之间，另一个位于酒泉东 10 公里处，据重力勘探推算的基岩埋深均为 9000 米。凹陷内层序较完整，发育了上古生界、三叠系、上侏罗统、下白垩统、上第三系一第四系，其最大厚度分别为 4000 米，3500 米，4200 米。其中上侏罗统最大厚度 1000米，沉积中心位于凹陷西北部（图 5－2－10）。下白垩统新民堡群 最厚 2500 米，凹陷中心与据重力勘探推算的基岩凹陷中心相吻合，缺失上白垩统（图 5－2－11）。从晚侏罗世至早白垩世沉积时期凹陷中心的变迁情况看，有从西北向东南迁移的现象。上侏罗统分布范围较局限，只分布于凹陷的西北部；下白垩统分布范围广，全凹陷几乎均有分布，沉积中心位于营尔至下河清之间，新民堡群上、下组的凹陷中心位置一致，反映其沉积很稳定，南部可能有部分逆掩于祁连山北缘逆掩断层之下(图 5－2－12)。

大约位 于凹陷中央营尔和金参 1 井之间，横亘着一个略近北西向的深部隆起，可能于前白垩纪就已存在，早白垩世晚期逐渐消失。该隆起将前白垩系及下白垩统分成南北两个次凹，以北次凹为主体。

凹陷北侧的双2井断裂和其东侧的清水断裂形成较早，对前白垩系控制较明显，后期，尤其是早白垩世中晚期以后，断裂活动逐渐减弱。

在凹陷内还可进一步划分出三个二级构造带，即北部断裂构造带、中部断裂构造带和南部逆掩断裂构造带。

A. 北部断裂构造带：位于凹陷北侧，基本上沿盆地边界断裂分布，略近北西向，南北宽约16公里，东西长大于20公里，面积大于320平方公里。此构造带基底埋深一般为3000～4000米。其中第三纪地层发育了一些与断裂有关的断鼻或断块，自西至东有赫梁、赫梁东、前滩东等三个局部构造（图5－2－13）。下白垩统以下地层在靠近边界断裂的两侧存在红卫、前滩

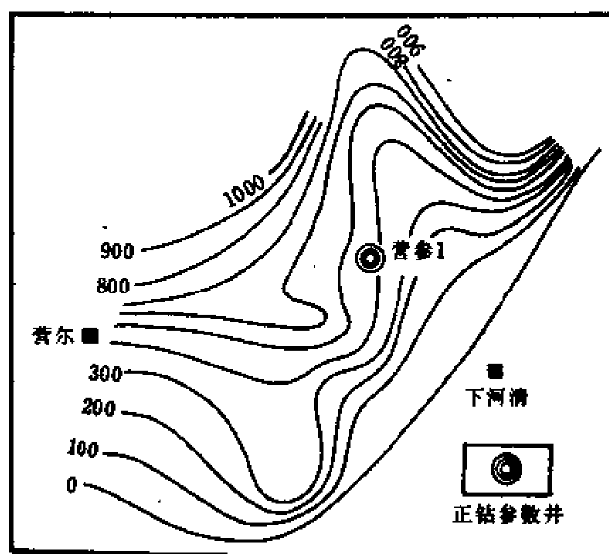


图5－2－10　营尔凹陷地震T_9—T_{10}反射层间厚度图

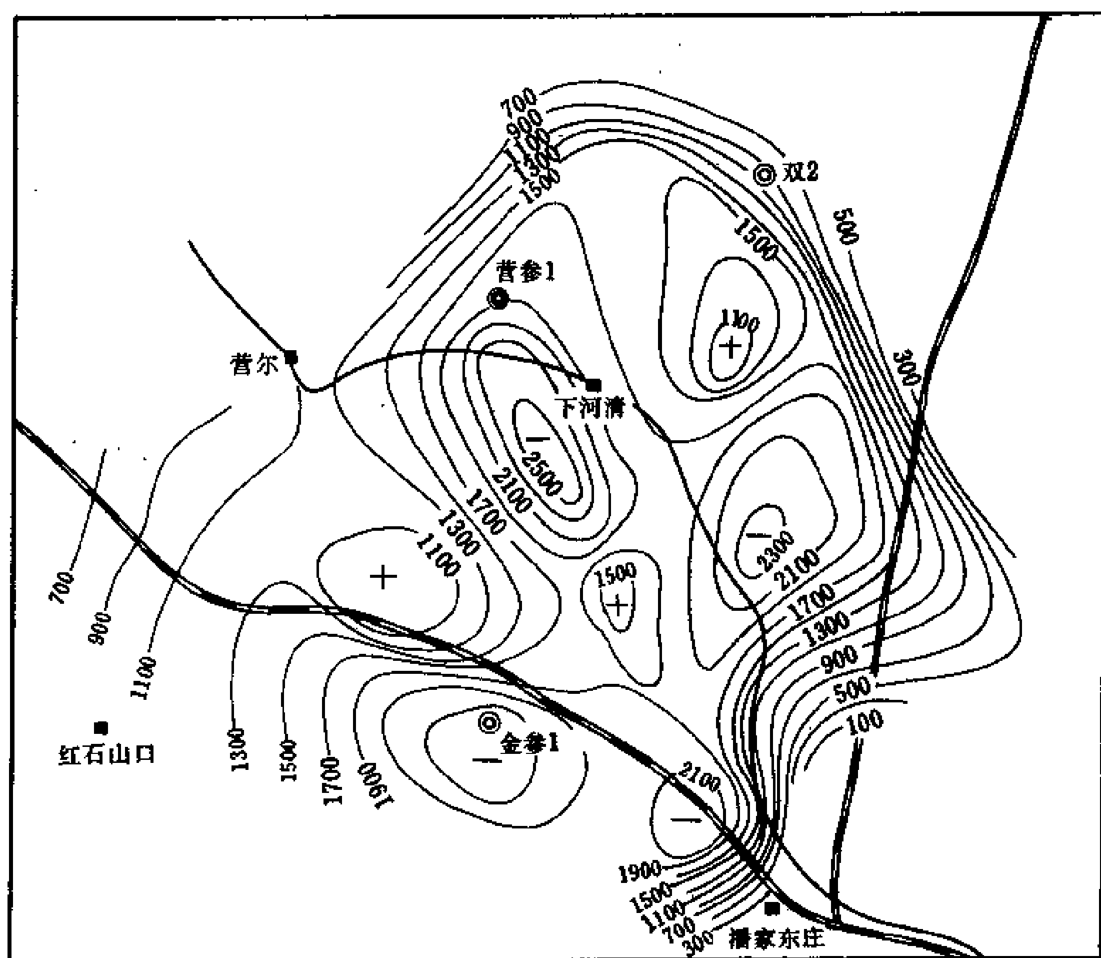


图5－2－11　营尔凹陷地震T_5—T_9反射层间厚度图

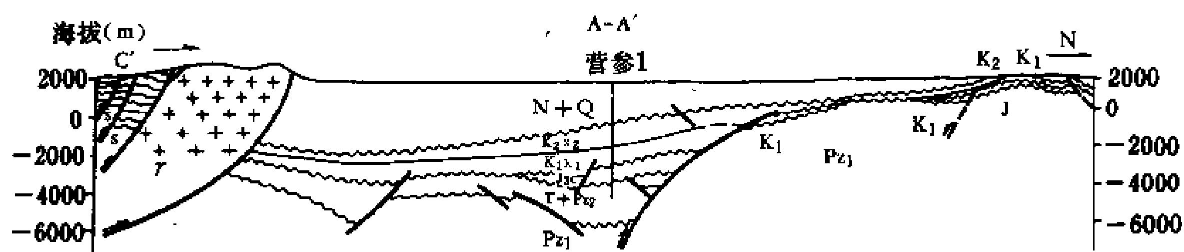


图 5-2-12　酒东盆地地质解释剖面图

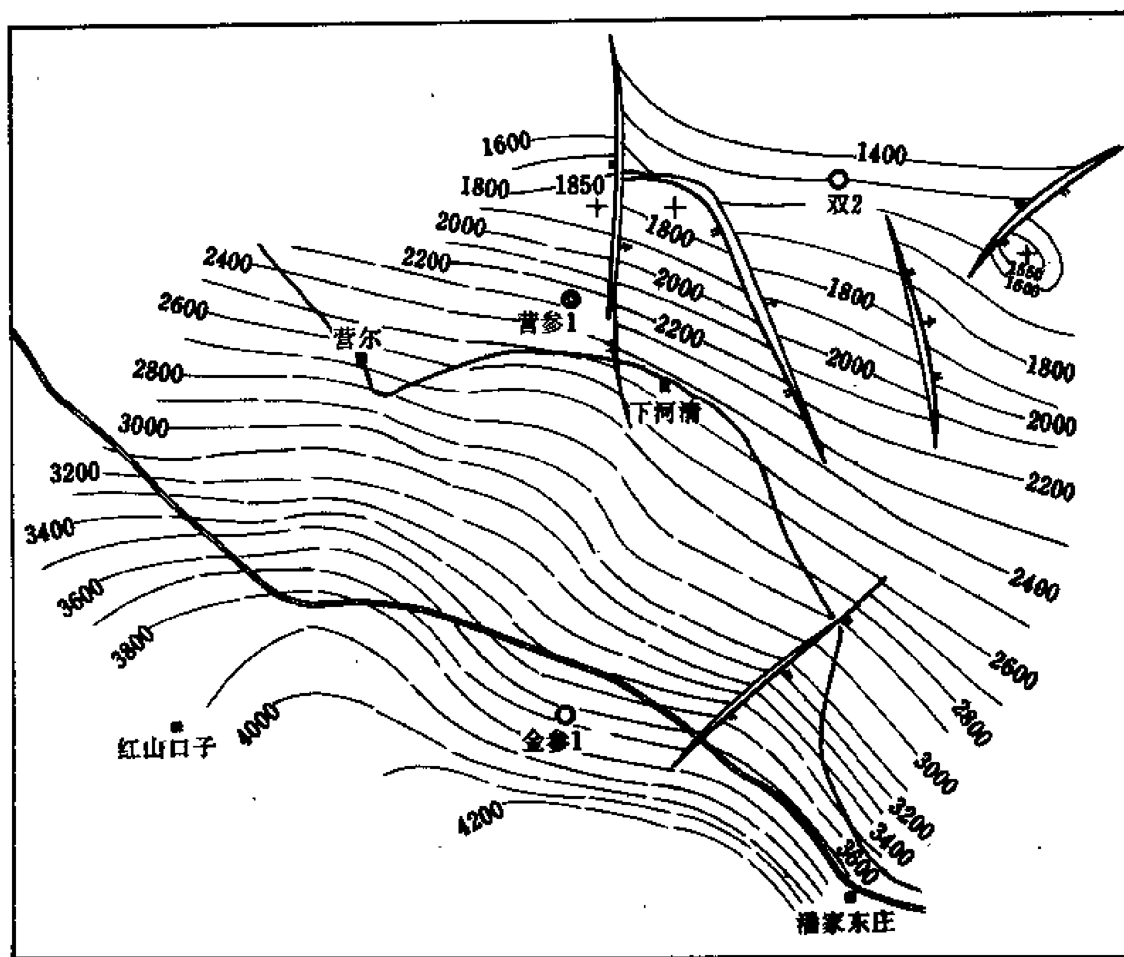


图 5-2-13　营尔凹陷T_5反射层等深图

1—本图制图标志层相当第三系白杨河组底；2—本图基准面采用海拔 ＋1500 米

两个略斜交于双 2 井断裂的断鼻构造。

B．中央断裂构造带：位于凹陷中央部分，走向近北西，南北宽18 公里，东西长约 35 公里，面积约 630 平方公里，基岩埋深一般为5000～7000 米。前侏罗系组成一个由西向东倾没、近东西向的鼻状构造，下白垩统披覆其上。特点是下部倾角大、幅度大、面积大，构造明显，往上幅度、面积变小以至消失，属受深部隆起控制的构造。此外还有长沙岭背斜、长

沙岭南断块、长沙岭东断块、红卫南断块等构造显示。

C．南部逆掩断裂带：位于凹陷南侧，即祁连山山前—金佛寺花岗岩的主体部分，南北宽约6公里，东西长约34公里，面积约200平方公里。由于勘探程度低，内部结构尚不清楚。

② 马营凹陷

位于南部拗陷的东部，北以榆木山南断裂为界，南受祁连山北缘逆掩断裂所限，西为清水东断裂截切，东达榆木山南侧。南北宽约25公里，东西长约70公里，面积约1800平方公里。重力资料反映基岩埋深约4000余米。其上沉积了部分上古生界、三叠系、大部分下白垩统，上第三系及第四系，后两者最厚分别为2000米和3000余米。

凹陷内部的构造格架与营尔凹陷有其类似之处，即中央也发育一个略平行于凹陷走向的、由西向东倾没的鼻状隆起，此隆起把凹陷分为两个次凹（图5－2－14）。南部次凹下白垩统

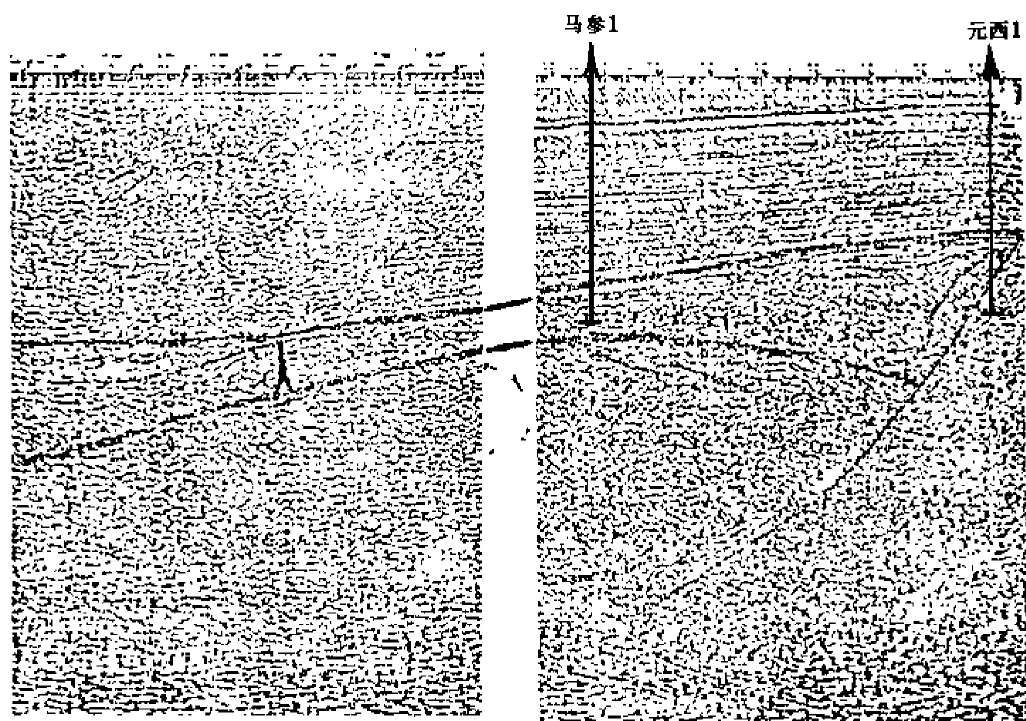


图5－2－14 JD84—9A、JD83—45地震时间剖面

保存较全，北部次凹次之。中间隆起部分剥蚀较为严重，可能只保存下白垩统下部地层，马参1井钻遇的600米红色砂泥岩层，与马营河北口和青沟剖面的400米暗色泥岩层并非为同时异相的关系，而是上下关系。推断在南北两个次凹中，该套暗色泥岩段可能保存较好。从现有资料看，南部次凹有一部分被逆掩于祁连山下（图5－2－15）。

③ 清水凸起

位于营尔与马营凹陷之间，东西两侧各为正断层所限，呈地垒状，北高南低，面积约200平方公里。其上已钻探的清4井于2482.5米进入下古生界，缺失上古生界，白垩系缺失或很薄，说明此凸起很高，但重力异常在此部位显示为一重力低，与上述认识有矛盾，由磁力异常和边缘露头资料推断，此重力低可能是南缘花岗岩体伸入盆地所引起的异常，有

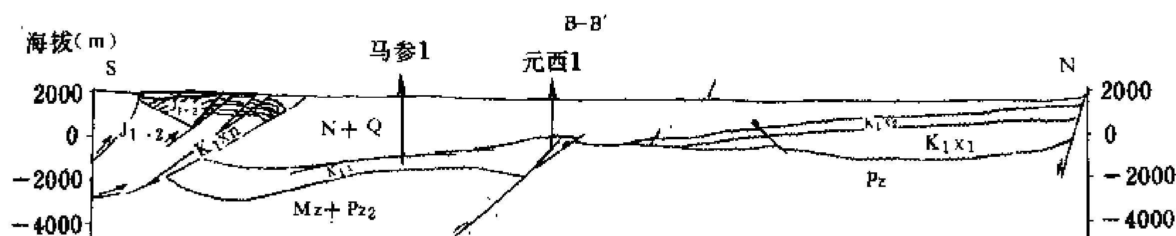


图 5-2-15 酒东盆地地质解释剖面图

待进一步工作证实。

(2)中央隆起

位于盆地中部，南以双2井断裂及榆木山南断裂为界，北以榆木山北断裂及推断的边界为界，呈北西向展布。东西长约140公里，南北宽约14公里，面积约2000平方公里。东南、西北高，向中间降低。包括榆木山凸起和莲花寺凸起。

① 榆木山凸起

位于隆起的东段，南北分别以榆木山南北断层为界，该凸起由东向西倾没，东部下白垩统、三叠系、古生界均已出露地表，在隆起的小断陷中见有零星的中下侏罗统，但缺失上侏罗统。元西1井位于倾没带的边缘，于井深2034米进入志留系，其上为厚约500米的下白垩统角砾岩所超覆。推断此倾没带轴部可能缺失上古生界及大部分中生界，其上只发育了1000余米的上第三系及部分上白垩统，两者的倾向相反，前者南倾，后者北倾。

② 莲花寺凸起

位于隆起的西段，重力二次导数资料反映为一高带，南界为双2井断裂，北界为莲花寺断层。基底埋深浅，盐2井于井深1030米进入下古生界，上覆地层以第三系为主，厚约1000米。凸起上可能保存很薄的下白垩统上部地层，大部分地区缺失上古生界及大部分中生界。

(3)北部拗陷

位于盆地北侧，北界为合黎山南断裂，南界为莲花寺断裂及榆木山北断裂。近北西向展布，东西长约120公里，南北宽约13公里，面积约1500平方公里。基岩埋深较南部拗陷浅，一般约3000～4000米。包括许三湾凹陷、盐池凸起和莲花寺凹陷等。由于后两者资料极少，不作进一步的分析。

许三湾凹陷：位于拗陷的东段，南、北、西为断裂截切，东界也可能为黑河断裂截切。近北西向展布，东西长约75公里，南北宽约13公里，面积约1000平方公里。基岩埋深约3000～4000米，地震资料反映在上第三系之下还发育两套地层，一套为平层，但产状与上第三系的产状相反，前者为北倾，后者为南倾。厚约500米，推断其时代为上白垩统。再往下为一套反射品质差，但仍能看到其抬升受剥蚀、向北倾的产状，厚约1500米，推断其为下白垩统(图5-2-16)。电法资料也证实凹陷的存在(玉门石油管理局1973年酒东盆地综合研究报告)。重力二次导数反映凹陷中发育一个高异常带，可能是基岩高的反映。

综上所述，盆地中生代构造格架具有南北分带、东西分块的特点，这种差异性是受基底性质、断块活动差异的影响，从而导致沉积上的差异。

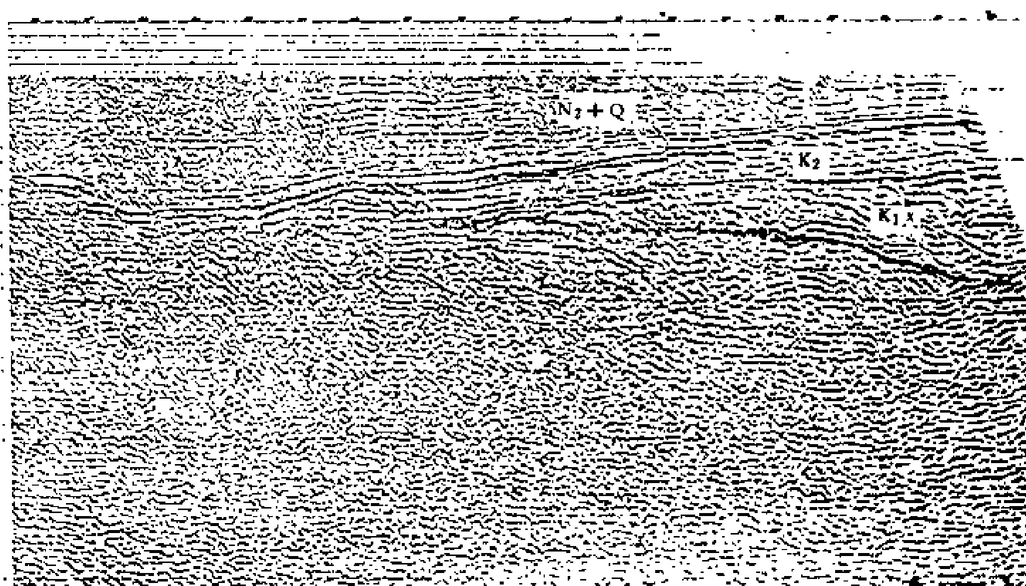


图5－2－16 JD84—9B所示许三湾凹陷层序情况

2. 新生代的构造特征及构造单元的划分

新生代由于受喜山运动的影响，祁连山急剧上升，使盆地受到强烈挤压，整个河西走廊快速拗陷，沉积中心南移到祁连山前，上第三系及第四系沉积厚达4200米。

根据地层构造发育特征，将盆地新生代第三纪的构造划分为三个构造单元(图5－2－17)。

(1)南部断褶带

祁连山逆掩推覆体的前锋部分，面积360平方公里。此带断裂及局部构造发育，由佛洞庙、石羊圈、无量庙和落藏寺等地面构造组成。这些构造的特点是长轴不对称，大都向东抬起而不闭合，北陡南缓，向北逆冲并伴有平行轴线之逆断层。这些构造目的层已出露，且遭受破坏而失去了勘探价值。

(2)中央拗陷带

南以佛洞庙—落藏寺北缘断裂为界，北抵双井子—盐池一带，为上第三系—第四系沉降的主体，一般厚度3000～4000米，最厚可达4200米。区内构造平缓，东西两端发育有文殊山、腰泉子半倾没背斜、张格拉子背斜、元西半倾没背斜和元山子等地面构造。

文殊山构造：19世纪末曾有一些外国学者进行过调查，其后孙健初、黄汲清、陈贲等对此构造作过一些工作。1952～1953年进行了细测，该构造于1953、1954年曾钻过文1和文2井，其后又钻了浅5、浅6井，总进尺5210米。本构造出露地层为疏勒河组、玉门组和酒泉组，为不对称之穹窿背斜，长约12公里，宽约3公里，面积30平方公里。轴向南东—北西、有两个高点，闭合度85～100米，北翼倾角10°～15°左右，南翼受断层影响倾角40°～50°。构造南翼为一逆断层切割，断层倾向北东。该构造经钻探，无任何油气显示。

元山子构造：翁文波、汤任先于1942年发现该构造，1953年细测证实构造存在，1954年又上地震进行细测，发现东端不闭合，1955年前后共钻井6口，证实元山子构造闭合完

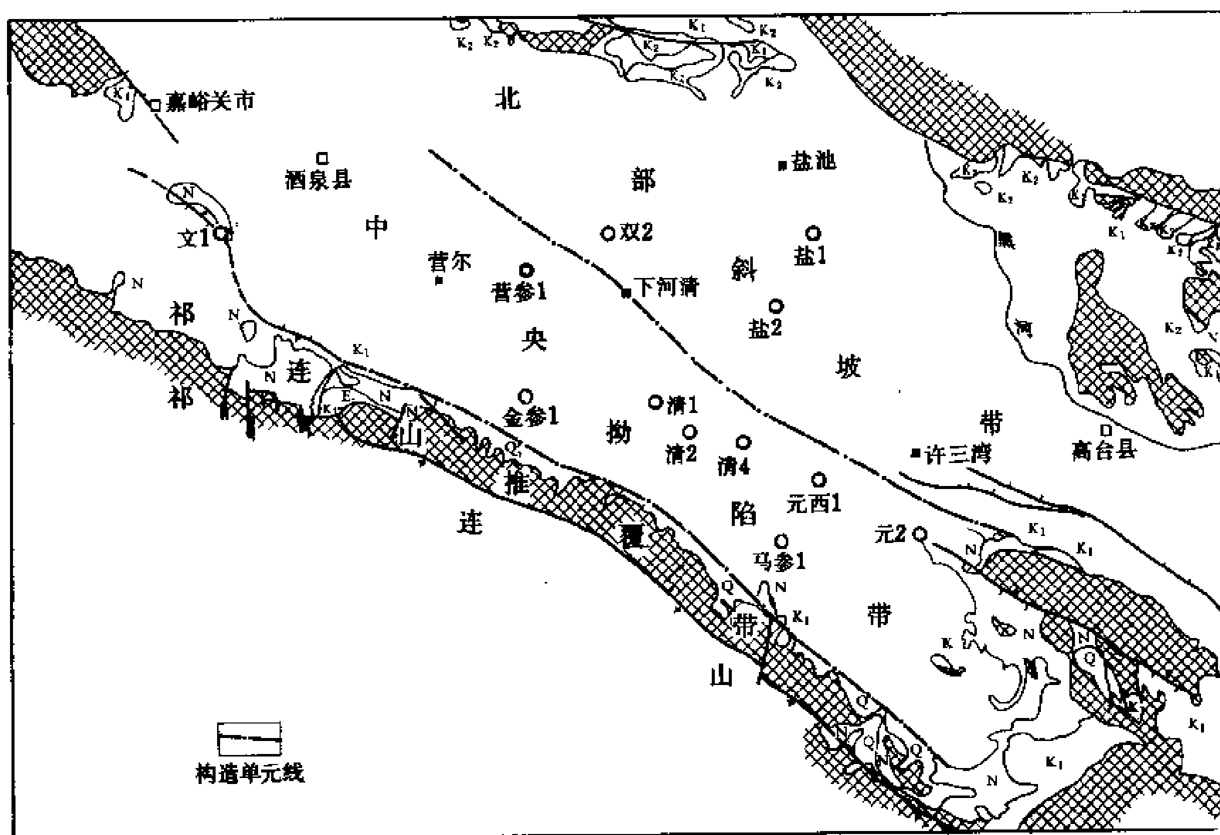


图 5－2－17　酒东盆地第三纪构造区划图

整，但无油气显示。该构造位于盆地之东端，榆木山之西，轴部出露上第三系白杨河组上段及疏勒河组地层，外围为疏勒河组中上段及第四系玉门砾岩层地层，轴向 290°。长 4.3 公里，宽约 0.7 公里，闭合面积 2.85 平方公里，闭合度 80 米。北翼陡甚至倒转，南翼缓 5°～ 38°。

(3)北部斜坡带

位于盆地北部广大覆盖区，面积约为 5630 平方公里，与中央拗陷带为过渡关系，无明显界线。本带基岩埋藏浅，起伏不大，上第三系均呈南倾单斜，白杨河组在此带尖灭，有可能形成地层尖灭油藏。

(三) 盆地的地质构造演化

酒东盆地在大地构造位置上，位于祁连山加里东地槽褶皱带与中朝准地台阿拉善台隆之间的过渡带上，南北两侧均以深断裂为界，是经过不同地质阶段发育起来的中新生代盆地，其形成演化经历了以下诸阶段。

1. 盆地基底双层结构及构造格局的形成

早元古代末(约 17 亿年)，整个中朝地台固结硬化形成稳定地块，进入早古生代时，阿拉善台隆之南发育了北祁连地槽，沉积了厚达 17000 余米的海相碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩建造。志留纪末的加里东运动，使地槽回返，下古生界发生以北西西走向占绝对优势的强烈褶皱、断裂和变质作用，沿断裂还有大规模的酸性岩浆侵入，如金佛寺花岗岩体就是这期

的产物。加里东运动结束了该区地槽的发育历史，在元古代克拉通的基底上，叠置了一套以海相碳酸盐岩为主的下古生界构造层，形成纵向上双层结构，并为盆地的发展奠定了地质构造背景。

2. 石炭—三叠纪稳定地台发展阶段

加里东运动后，经过泥盆纪的剥蚀夷平作用，该区进人相对稳定的地台发育阶段。早石炭世发生海侵，在盆地南部形成一槽谷与酒西、民乐盆地相连，沉积了早石炭世及中石炭世的海相地层。晚石炭世时，地壳发生振荡上升，海水时进时退，从而沉积了海陆交互相的含煤碎屑岩建造。石炭纪气候潮湿有大量生物生长，沉积稳定，沉积厚度变化不大。

早二叠世开始海水全部退出，在原来滨海地带形成一些河流和沼泽，当时为半潮湿气候，有少量蕨类植物生长，连续（或经短时期的间断）沉积了以粗碎屑岩为主的建造。

二叠纪末的海西运动波及较微，三叠系西大沟群中含有二叠系岩块，证明了这一阶段曾受到侵蚀。

三叠纪河流广布，气候转为干燥，基本上保持着晚二叠世的古地理面貌，沉积了下粗上细的大套粗碎屑岩建造，与二叠系形成假整合。

整个这一阶段，盆地北部及合黎山长期暴露地表，为区域性的侵蚀区。

3. 侏罗纪局部断陷阶段

在印支运动的影响下，本区构造应力表现为拉张作用，断陷开始产生。在盆地南、北部均出现局部断陷，中央部分为侵蚀区。盆地南部边缘如落藏寺、四蔓口、红沟和扎子沟等地发生了一些小型块断式的陷落，形成小型侏罗纪沉积盆地，厚度大于400余米。此时北部合黎山区基本结束了长期受侵蚀的局面，黑山、天泉寺、风磨山和正义峡北口等地都普遍接受了沉积，范围颇大，沉积厚达1000～2000余米。侏罗纪开始时地势较陡，河流广泛发育，随后地势逐渐侵蚀变缓，出现细的泥质岩系，局部地区形成小型沼泽和湖泊，生物繁盛，气候潮湿，发育了一套含煤碎屑岩建造。此后地壳又略有变动，出现了一套河流—滨湖沼泽—浅湖相沉积，有的地方又出现煤层，构成第二旋回。该阶段尚有火山喷发。

晚侏罗世，除营尔凹陷有零星沉积（据地震解释）外，盆地南部抬升变为侵蚀区，而北缘合黎山经强烈侵蚀后，上侏罗统赤金堡群交角不整合于龙凤山群之上，其范围基本与中下侏罗统沉积范围一致，厚约126～413米，为河流相红色沉积。

4. 早白垩世的断拗沉降阶段

侏罗纪末燕山运动的区域应力场表现为强烈拉张，产生了一组垂直区域走向的北东向断裂，并使老的基底断裂复活（北西向为主），发生断块差异活动。这时南缘为祁连隆起区，南部形成了营尔和马营凹陷，两凹陷间为清水凸起；盆地中央为一隆起区；盆地北部有莲花寺和许三湾凹陷。这些凹陷均受北东和北西向正断层的控制。这一时期的气候由半干燥转为潮湿，生物发育，在断陷内沉积了以湖相为主的生油岩建造，不整合于下古生界、二叠系、三叠系和侏罗系之上，厚达3000米。后期由断陷转为拗陷，湖水进一步扩大。

5. 晚白垩世的小型拗陷沉降阶段

早白垩世末的燕山运动中幕结束了断陷发展阶段，经一度剥蚀后，盆地南部升起，北部沉降，沉积了一套干旱气候条件下的河湖相红色碎屑岩建造，厚约500余米。

6. 晚第三纪大型拗陷发展阶段

白垩纪末的燕山运动第三幕使全区上升隆起遭受剥蚀，直到晚第三纪初，受喜山运动的影响，祁连山系复活上升，盆地下沉，开始了范围更大的不对称的大型拗陷沉积，沉降中心

靠近祁连山，向北地层逐渐减薄尖灭。合黎山仍表现为区域性上升，没有接受中新统沉积；榆木山区第三系超覆于老地层之上；盆地腹部区域性下沉，接受了中新统白杨河组沉积，向北尖灭于盐池、双井子一带，一般厚度 200 ～ 300 米。上新世祁连山急剧升高，使这种不对称坳陷进一步发育。合黎山区仍以上升剥蚀为主；盆地南部疏勒河组假整合于白杨组之上；伴随升降发生的褶皱尚不明显，沉积相也由干旱河湖相逐步过渡为冲积洪积相，这一事件反映了沉积速度逐步加快。厚度变化与白杨河组基本一致，金参 1 井厚约 2500 米。

第三纪末、第四纪初的喜山运动表现极为强烈，祁连山上升极为活跃，同时伴随着由南而北的强烈水平挤压作用，在盆地南缘发生强烈的褶皱和断裂，形成了佛洞庙、红山口和元山子等第三系组成的背斜构造，据地面露头观察和地震剖面解释认为存在较大的推覆体。这是中生代以来最为强烈的一次运动，是盆地内局部构造的主要形成期，对油气运移、油气藏的形成与分布都有重要的意义。

7. 第四纪戈壁砾石建造阶段

更新世至今相对升降运动仍在加剧，祁连山仍向北推挤，新构造运动表现强烈，第四纪戈壁砾石建造以区域不整合超覆于所有地层之上。

五、沉积特征

（一）下白垩统新民堡群沉积相

酒东盆地沉积相的研究始于 1954 年，1960 年 103 队在地面地层对比的基础上，对白垩系、第三系沉积相作了初步研究，其中对肃南青沟白垩系剖面作了较多的工作，确立为标准相剖面。第一相旋回：下部为山麓洪积相，砾岩中夹砂岩透镜体，砾石棱角状。向上过渡为河流相，并以红、绿相间含黄铁矿晶体的牛轭湖相砂泥岩沉积结束；第二相旋回：开始为河流相厚层砂岩，迅速变为浅湖及较深湖相的黑色页岩，最后以浅湖相的黄色泥岩告终。1973 年玉门石油管理局井下处综合研究队在总结前人研究成果的基础上，分别对瓷窑口、营尔凹陷区、马营元西沉积区、梧桐泉沉积区、肃南青沟、梨园河沉积区和北山沉积区进行了研究，将下白垩统沉积相划分为：山麓洪积相区、滨湖相区、浅湖相区和黑色页岩相区。认为生油的黑色页岩相仅见于马营河北口和青沟，马营沉积区估计面积约 16 平方公里。

由于凹陷内缺乏钻井资料和好的地震资料，故以往沉积相的研究主要限于地面资料。

1985 年玉门石油管理局研究院和石油部物探局解释中心协作，主要应用地震资料，对盆地内的下白垩统反射进行了地震地层学研究，现详述如下：

下新民堡群分为上、下两组，但地震相在纵向上具有三分的特点，反映了剖面上岩性有明显差异，故将下新民堡群按地震反射波组特征划分为 T_9— T_9'、T_9— T_8'、T_8— T_5 三个亚层序，其地质层位分别相当于下白垩统的上、中、下三部分（图 5－2－18）。

1. T_9— T_9' 层序

该层序在 JD84 — 5 典型剖面上，存在着四种地震相，即斜交相、杂乱相、中振幅席状相（中席相）和弱振幅席状相（弱席相）。

（1）斜交相：主要发育于营尔凹陷北侧边界断层的南侧，在平面上沿此断层呈席状延伸，长度大于 20 公里，东宽（约 8 公里）西窄（约 4 公里），面积约 130 平方公里，最大厚度 600 米，为陡岸冲积扇群的反映。

（2）杂乱相：主要发育于东部边界断层西侧（图 5－2－19），平行或与该断层正交的诸测线上均有分布，标志着凹陷东南部发育着另一种冲积扇，宽 5 公里，长约 12 公里，面积约 60 平方公里，最大厚度 1400 米。

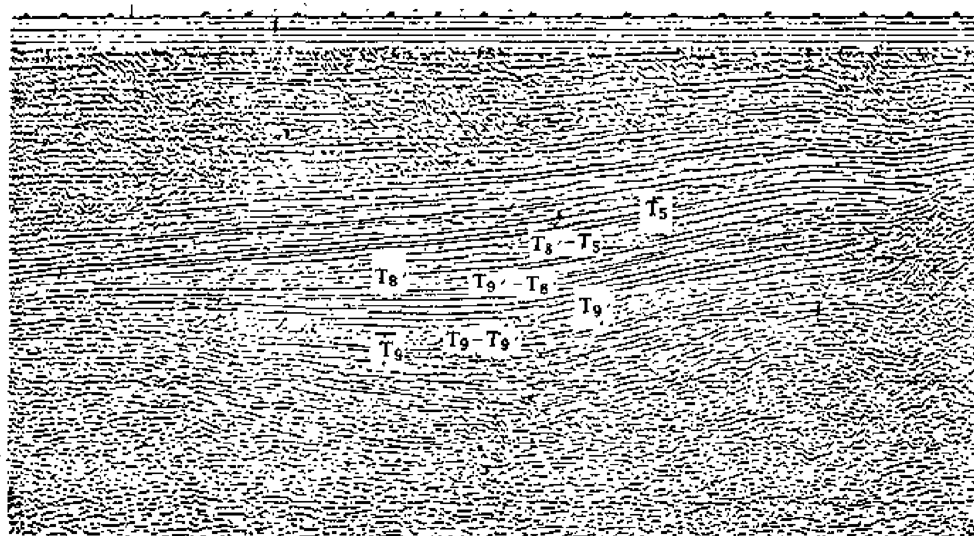


图 5-2-18　营尔凹陷JD84—5示下白垩统三套亚层序

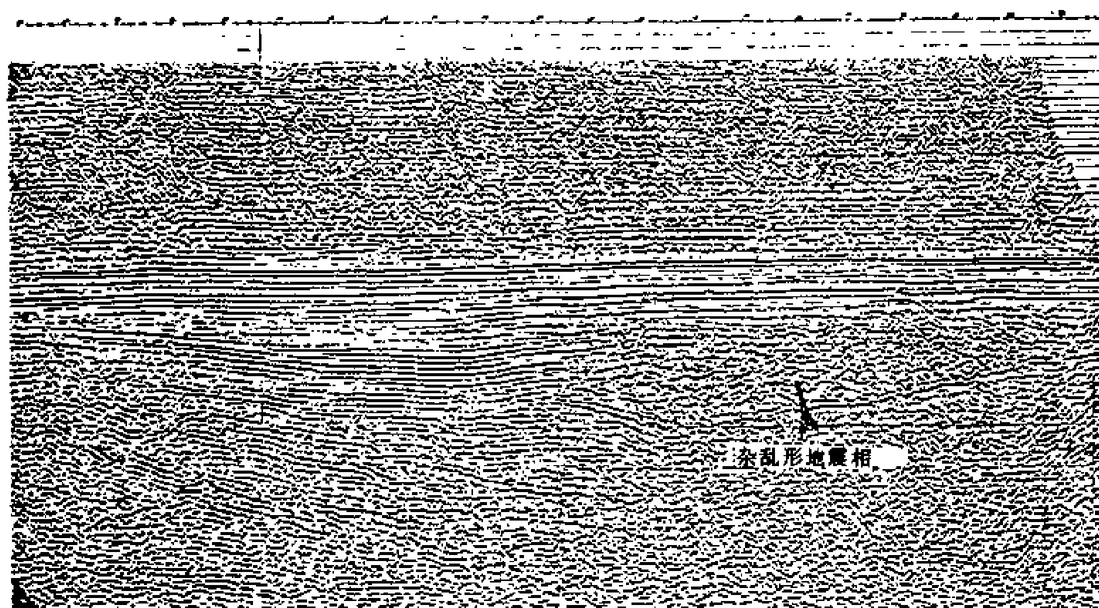


图 5-2-19　JD84—6示杂乱地震相

上述两种冲积扇群，在平面上共同构成了一个冲积扇弧(图 5-2-20)。

(3)中席相：位于上述两个冲积扇群的前方，以及凹陷西侧和南侧，它们在平面上基本围绕凹陷四周分布，一般平均宽约 3 ～ 4 公里。据一般沉积相带的分布规律推断，它可能反映河流平原相，由较稳定的互层砂泥岩组成。

(4)弱席相：主要分布于凹陷的中央，可能是滨浅湖相地层，以泥质岩为主。

总之，T_9—$T_9{'}$ 层序地震沉积相，自凹陷中央至边缘为滨浅湖→河流平原→冲积扇的平面相组合。

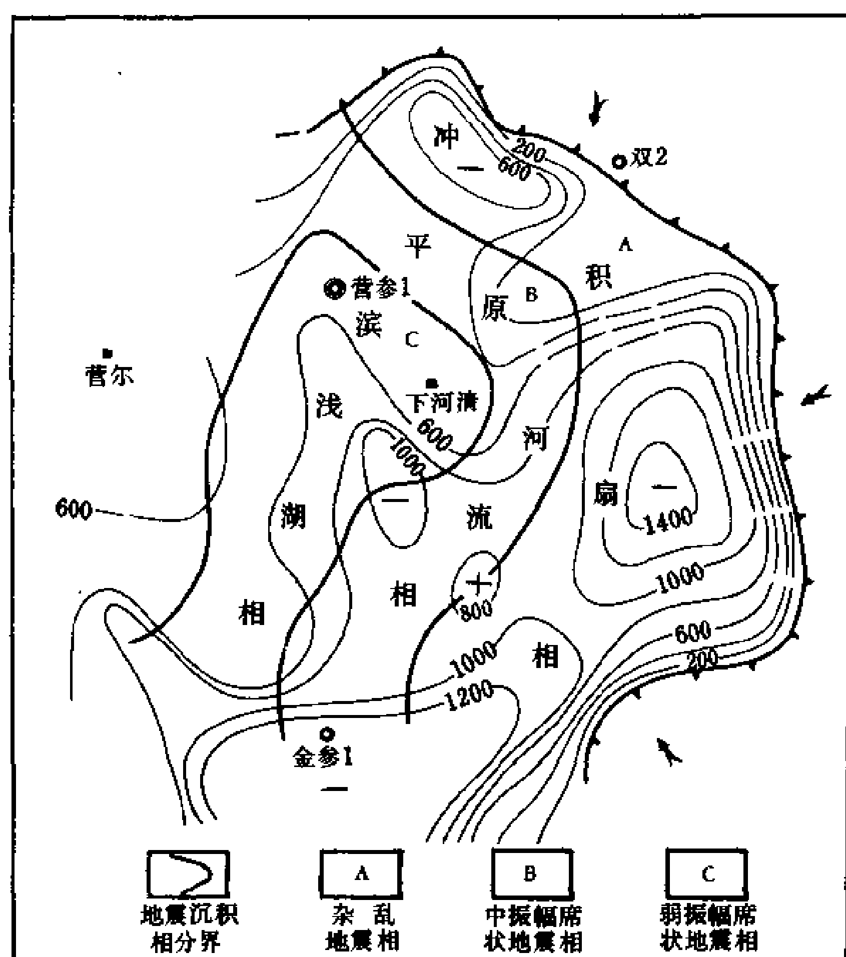


图 5－2－20 营尔凹陷T_9— $T_9{}'$地震沉积相图

2. $T_9{}'$—$T_8{}'$ 层序

在 JD84 — 5 剖面上，自北至南顺序分布 S 形前积相（S 相）、中席相、强席相和弱席相，参见图 5－2－18。

（1）S 相：许多实例都说明这种 S 相是低能沉积的标志，一般反映三角洲，且以前缘相和前三角洲为主。根据这个 S 相出现于凹陷北界断层南侧的古地理位置，认为它可能属于扇三角洲。此扇三角洲向东逐渐冲积扇化，但具体界线不清，暂时笼统地将它们划为一个扇三角洲群。

（2）中席相：在 S 相前方为中席相，它除具中等振幅和平行结构外，还有反射频谱较低的特点，一般在 8 ～ 16 赫兹之间，地质解释为浅— 深湖相沉积，其岩性推断为灰、灰绿色泥岩与砂岩互层。

（3）强席相：强席相的发育是 T_9 —$T_8{}'$层序最突出的特点，在 JD84－5 测线上，强席相分布在桩号 30.5 ～ 44 之间，长达 13.5 公里（参见图 5－2－18）。强席相除振幅强、连续性好外，尚具有层速度和频率高的特征（图 5－2－21）。

根据上述强席相的地震信息和所处的古地理位置，将其解释为深湖相沉积，其岩性主要

为大套暗色泥岩夹薄层石灰岩、泥灰岩、白云岩或油页岩和砂岩层。上述所夹层系以化学岩为主或以砂岩为主尚难定论。但强席相做为一个稳定的暗色泥岩段是不容置疑的，此套地层有可能相当于马营河北口和青沟剖面下白垩统上部的暗色泥页岩段。

此强席相在平面上分布较广，较稳定，占据了凹陷的主体部分（图5-2-22），面积约180平方公里，一般厚400～600米。

（4）弱席相：位于强席相之南侧，考虑其平面与深湖相的关系，它应为浅一半深湖相。

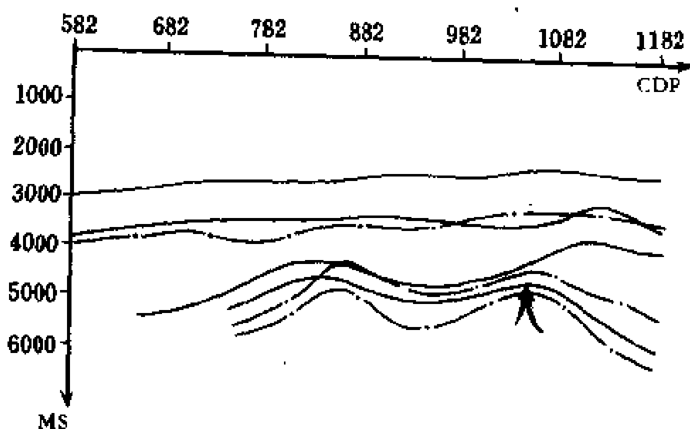


图5-2-21 JD84-5测线层速度剖面

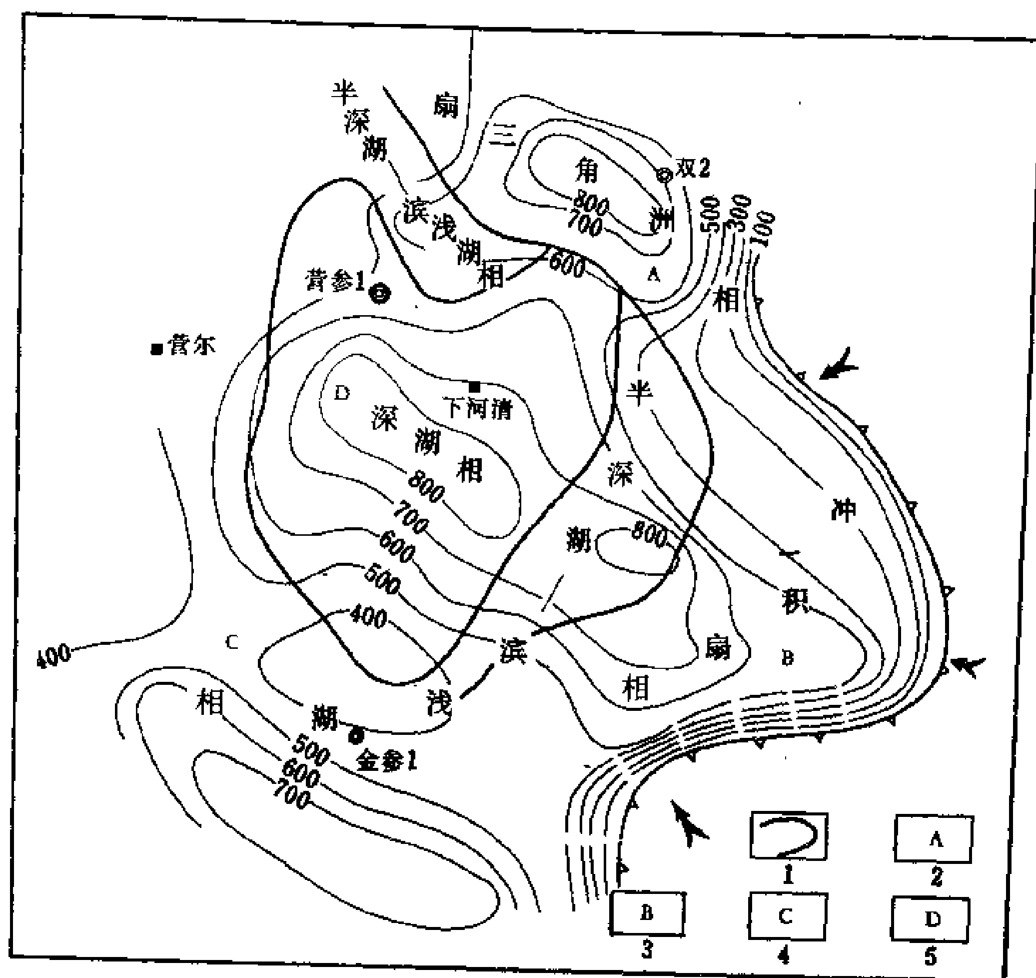


图5-2-22 营尔凹陷T_9′—T_8′地震沉积相图

1—地震沉积相分界；2—S形地震相；3—杂乱地震相；4—中震幅地震相；5—强震幅地震相

(5)杂乱相：位于凹陷东南部，与T_9—T_9'层序的杂乱相上下吻合，同样推断为冲积扇的反映。

总之，T_9—T_8'层序的地震沉积相，从凹陷中央至边缘分别为深湖相→浅、半深湖相→扇三角洲(或冲积扇)相，与下伏层序的相序有较明显的继承性，只是水体加深，由原来的滨浅湖相变为深湖相而已。层速度剖面资料为此推断提供了较有力的佐证(参见图5－4－21)。

此层序的层速度资料反映，在剖面的北侧解释扇三角洲前方的浅—半深湖相位置，层速度较高，达5000米/秒，是偏砂的反映。往凹陷中心层速度逐渐变低，进入深湖相区时，层速度降至4500米/秒，在中心处层速度又逐渐增高至5500米/秒，往凹陷南侧又逐渐降低至4500米/秒。

层速度这种由高→低→最高→低→高的变化现象，与岩相岩性由边缘至中央的变化是可以基本印证的，即刚开始进入浅—半深湖相区时，岩性相对偏砂，故层速度较高；往凹陷中心方向岩性逐渐变细，层速度也由高逐渐变低，至深湖相区时速度更低，当进入凹陷中心处，由于地层中有钙质白云岩或其它特殊岩性，故层速度又增高，过了此中心区，岩性又以泥岩为主，层速度变化也相应降低，再进入浅湖相区，岩性又开始出现偏砂相，层速度又增高。

3. T_8'— T_5层序

此层序具有杂乱—斜交相、中席相、弱席相等三种。

(1)杂乱—斜交相：位于凹陷北侧，与S相上下叠置，平面上呈带状，沿边界延伸，解释为冲积扇群，与下伏的T_9—T_9'、T_9—T_8'层序的冲积扇、扇三角洲群上下叠置。

(2)中席相：振幅较弱，连续性也较差，发育于冲积扇群之南侧，分布于凹陷四周，解释其为河流平原相。

(3)弱席相：分布于凹陷中央，是T_8'— T_5层序分布范围最广的一个地震沉积相。据一般相带关系和凹陷一般发展史，后期为收缩期，将之解释为滨浅湖相。

总之，T_8'— T_5层序沉积时，当时的自然景观是凹陷部分地势平坦，以滨浅湖为主(图5－2－23)，水体较浅，河流平原相也较发育。

综上所述，从纵向变化上看，下白垩统自下而上为由粗到细，又由细到粗的完整的沉积旋回(图5－2－24)。岩性岩相较稳定，各亚层序沉积中心基本一致，未见明显变化，反映了当时构造变动不强烈，沉积相当稳定。

(二)上第三系白杨河组沉积相

1954、1960、1961年和1973年均曾根据地面剖面和钻井资料对白杨河组间泉子段的岩相古地理作了研究。现就103队酒东盆地的1960年总结报告成果作一简要介绍。

白垩系末的燕山运动，使全区上升遭受剥蚀。至晚第三纪，双井子—盐池以南普遍下沉，接受白杨河组沉积，为河流—浅渐相的红色含盐建造，形成两个旋回，第一旋回由间泉子—石油沟段组成，以滨湖相、浅湖相为主；第二个旋回由于油泉段单独组成，为河流相—浅湖相。以后沉积略有间断才沉积了疏勒河组，属河流相。

现将储油目的层间泉子段平面相带划分叙述如下(图5－2－25)。

(1)河流相：分布于盆地北部、盐池—双井子一带及榆本山边缘。岩性以桔红色砂岩为主，夹桔红色泥岩，成分较复杂，分选不均，颗粒呈半圆一圆形，层理不清，与泥质岩界面清晰，层面略有弯曲。

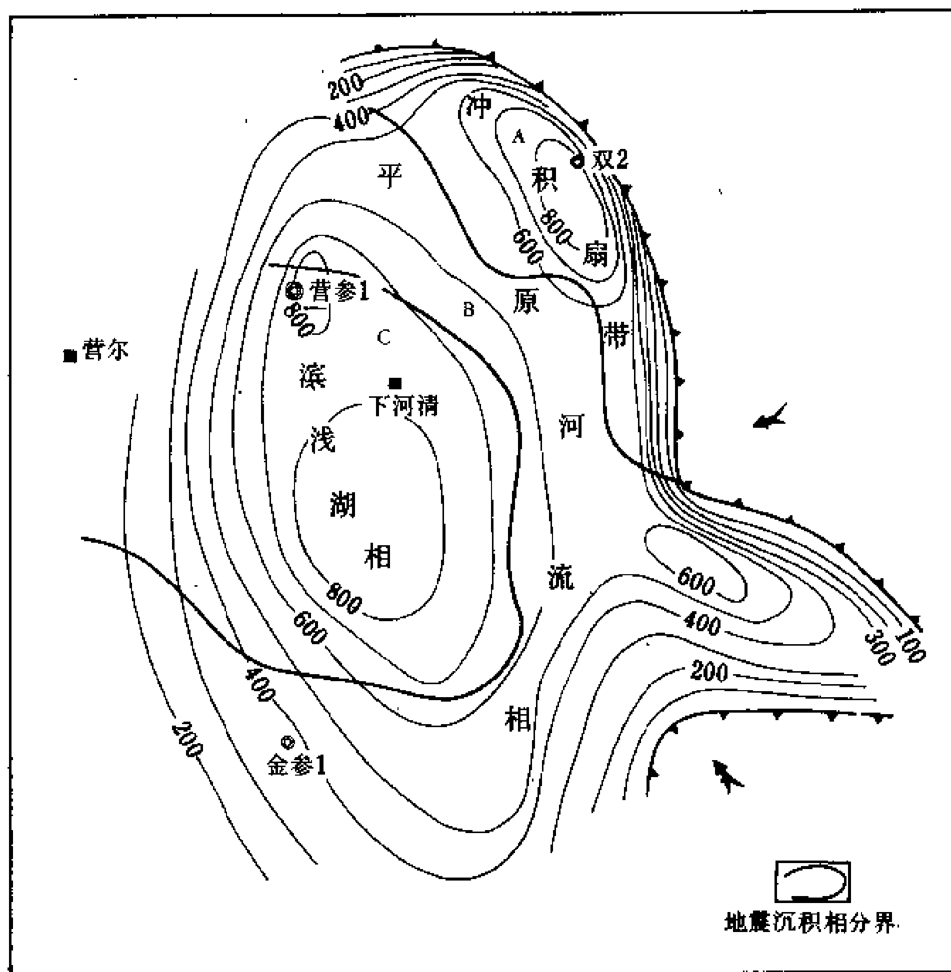


图 5－2－23　营尔凹陷T_8—T_5地震沉积相图

A—杂乱地震相；B—中震幅席状地震相；C—弱震幅席状地震相

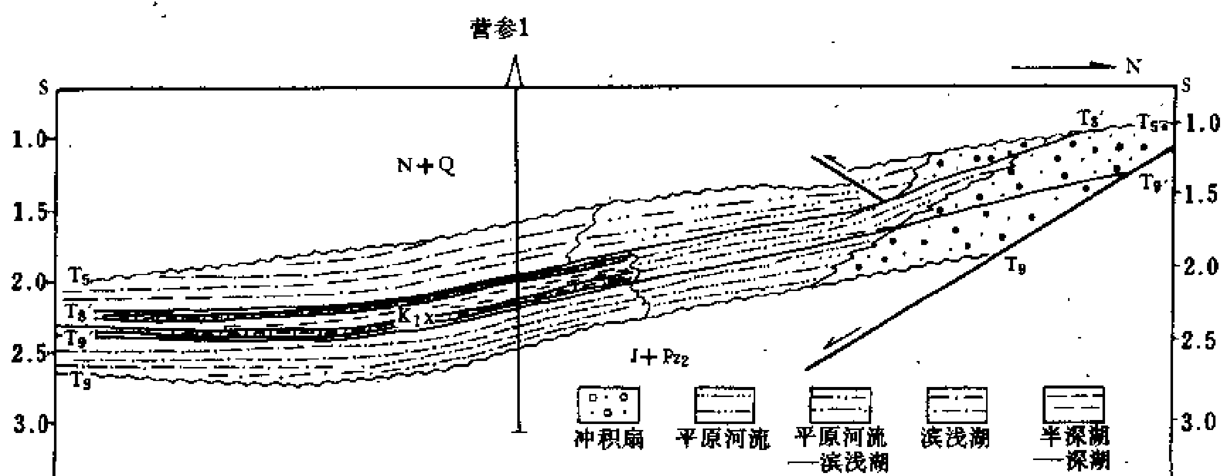


图 5－2－24　营尔凹陷JD84－5 地震沉积相剖面

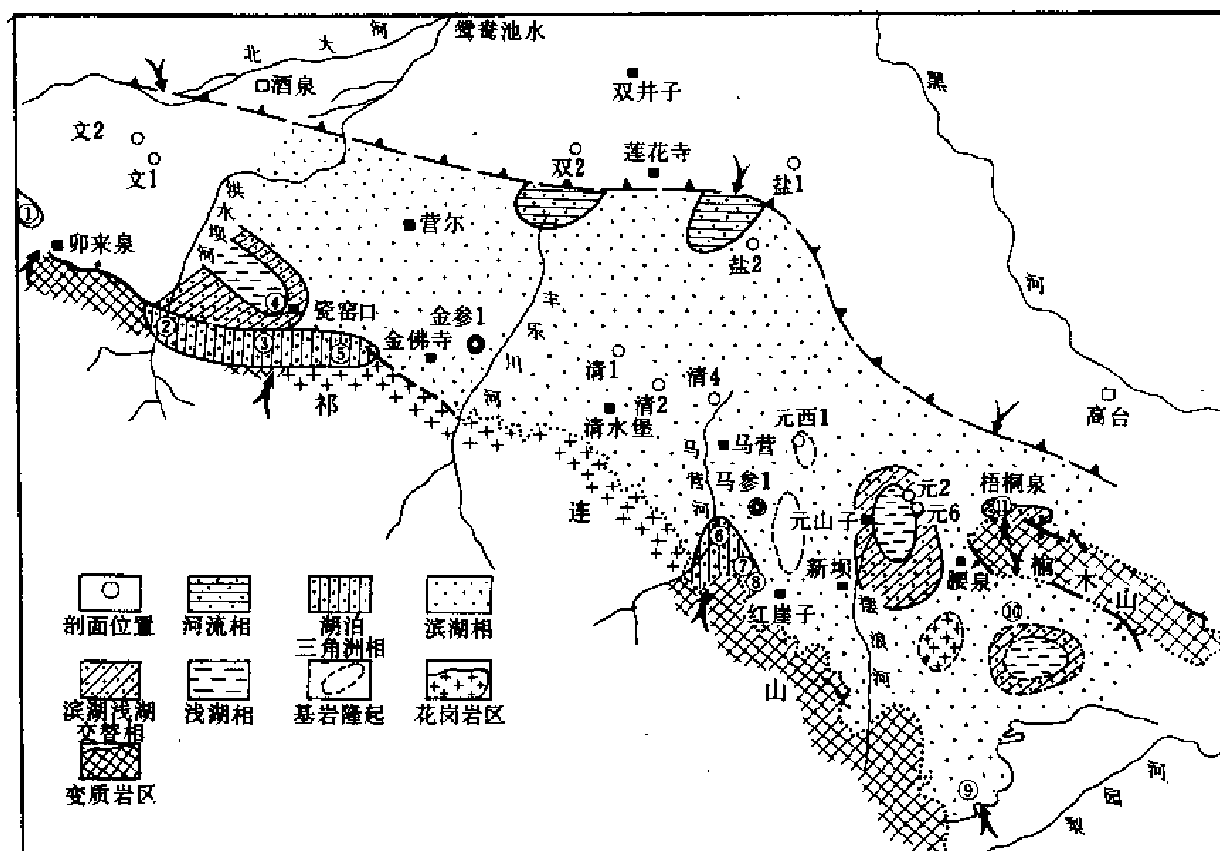


图 5－2－25　酒东盆地间泉子时岩相古地理图

剖面位置：①—东红沟；②—洪水坝河上游；③— 青稞地；④—瓷窑口；⑤—红山口；⑥—马营河北口；⑦—红山夹道；⑧—红俄博河；⑨—青沟；⑩—窑沟门；⑪—梧桐泉

(2)湖泊三角洲相：分布于瓷窑口之南，马营河以南地区。岩性以桔红色块状砂岩为主，成分单纯，分选均匀，颗粒圆、无层次，具大型斜层理，构成一大透镜体。

(3)滨湖相：分布较广泛，岩性以桔红色砂岩为主，夹桔红色泥岩，成分较单纯，分选均匀，颗粒圆形，底部见石膏，中厚层状，具交错层理，交错角小于15°。

(4)滨浅湖交替相：分布于马营、营尔凹陷以及红弯墩等地，以桔红色泥岩、砂质泥岩为主，夹桔黄色砂岩，底部减薄，见有薄层或脉状石膏，含成层之豆状钙质结核。砂岩成分为石英，均匀，颗粒较圆，层理清晰而近于平行。

(5)浅湖相：局部发育于瓷窑口和元山子，砂岩中夹有黄绿、灰黑色泥岩与石膏，具变形层理。

六、石油地质基本特征

(一) 生油岩系及油气生成条件

1. 早白垩世前各纪地层的生油条件

(1)石炭系

该系为海相、海陆交互相沉积，在浅海相区有机物质丰富，为还原环境，水介质为咸水并具弱碱性，有机物质保存转化条件较好，有生油条件。1960 年 103 队采样分析，有机碳含量 0.15～ 0.40%，氯仿沥青“ A”含量 0.0006 ～0.678%。但也存在很多不利因素，黑色

页岩层厚度较薄，往往与煤线伴生；后经多次构造变动，风化剥蚀，分布局限，油气保存条件差。尽管如此，仍是值得重视的生油层之一。

(2) 下二叠统大黄沟组

为半潮湿气候条件下的河湖相沉积，岩性以粉砂岩为主，有机物质不如上石炭统丰富。有机碳含量0.165 ~ 0.28%，虽具一定的保存及转化条件，但分布面积不大，凹陷不深，不能大量保存有机物质，对油气生成不利。

(3) 中下侏罗统龙凤山群

龙凤山群以局部沼泽相沉积为主，多为含煤岩系，凹陷面积不大，湖水不深，无细微层理。有机碳含量一般为0.09 ~ 0.54%。保存条件较差，多为山间小型断陷盆地沉积。因此，生油条件不甚理想。

2. 下白垩统新民堡群生油条件

(1) 生油层的地质特征

与酒西盆地类比，推断盆地主要生油层应为下白垩统，此套地层在盆地东南缘的马营河北口、青沟和黑山湖剖面，其上部均发育厚约400米的灰黑色、黑色泥岩，并于马营河北口剖面下白垩统顶部地层中见到沥青。在盆地内部，正在钻探的营参1井于2046米进入下白垩统，截止1986年6月钻至3800米，均为灰黑色泥岩，在井深2819米、2840米处发现原油。

① 潮湿—半潮湿气候条件下，淡水、微咸水环境为生油提供了丰富的有机质。

根据酒西盆地的研究，早白垩世早期属北温带—亚热带半潮湿—潮湿性气候，酒东盆地与酒西盆地毗邻，因而古气候条件相似。气候潮湿，陆生动、植物和水生生物大量繁殖，河流从四面八方将陆缘有机质带入湖盆，增加了湖盆的营养和有机质数量。

据营参1井水介质的矿化度分析，泥岩中氯离子含量为0.01 ~ 0.05%（表5－2－7），反映了湖盆中古水介质为淡水（微咸水）。目前已发现泥岩中含介形类、植物孢粉化石。青沟、黑山湖地面剖面所含叶肢介、鱼、植物等也较丰富，证明黑色泥岩中富含有机质。

表5－2－7　营参1井新民堡群泥岩氯离子含量及浸出液pH值

深　　度 (m)	岩　　性	Cl^- (%)	pH值
2265.70 ~ 2265.75	深灰色泥岩	0.05	8.90
2388.35 ~ 2388.40	灰黑色泥岩	0.03	8.93
2469.10 ~ 2469.15	灰黑色泥岩	0.02	8.70
2478.80 ~ 2478.82	灰黑色泥岩	0.03	9.10
2549.30 ~ 2549.32	灰黑色泥岩	0.01	9.10
2750.50 ~ 2750.55	灰黑色泥岩	0.02	9.10

② 有利于有机质保存的良好条件

A. 还原—弱还原环境下的沉积有利于有机质的保存。

营参1井生油岩中普遍见有分散状黄铁矿，且常沿水平层理面富集，还原指标分析$S^=$为0.09%，K值为0.35，说明当时为比较还原的沉积环境，有利于有机质的保存。

B. 沉积时中性和碱性的水介质条件，有利于有机质的保存和转化。营参1井泥岩浸出液测定的pH值为8.90 ~ 9.10，属弱碱性，亦反映了当时的保存条件较好。

C.营参1井下白垩统岩性主要是泥质岩，其中灰黑色泥页岩水平层理发育，说明当时的水动力条件比较稳定，主要是深湖、半深湖相的沉积，生油层厚达1800米以上，有机质能够迅速埋藏保存下来，不致遭受氧化。

③ 沉积厚度大、埋藏深，为有机质的成熟和转化提供了良好条件。

营参1井已揭露的生油层埋深在2000米以下，由于埋藏深，温度较高，为有机质的成熟、转化提供了良好的条件。

(2)生油层的地球化学特征

① 有机质丰度

据马营河北口剖面样品分析，有机碳含量为0.68 ~ 3.17%，平均值1.57%；青沟剖面为0.4 ~ 3.16%，平均值2.05%；营参1井2046 ~ 3820米，114块样品分析平均有机碳含量为1.52%，产油潜量为5.45毫克/克。

马营河北口剖面氯仿沥青"A"含量为1624 ~ 186ppm，平均值为822ppm；青沟剖面为2159 ~ 414ppm，平均值为1120ppm（表5-2-8）。

马营河北口剖面总烃含量为579 ~ 63ppm，平均值为293ppm；青沟剖面总烃含量为260 ~ 135ppm，平均值为192ppm。

表5-2-8 酒东盆地与其他盆地生油岩有机质丰度对比表

盆地		层位	有机质卡度		
			有机碳(%)	氯仿"A" ppm	总烃 ppm
松辽		青一段	0.98	533	4030
		青二、三段	0.69	510	470
辽河西部		沙一段	1.76	220	1055
		沙三段	2.55	237	1190
二连		巴彦花组(上)	0.57	25	77
		巴彦花组(中)	1.25	1883	901
		巴彦花组(下)	0.52	764	417
花海		新民堡群	3.6	1229	724.6
酒东	马营河北口	新民堡群	1.57	882	293
	青沟		2.05	1120	192
	营参1井		1.52	661	201

上表表明，酒东盆地的有机碳、氯仿沥青"A"含量较高于松辽和二连盆地，而总烃的含量却偏低(由于地面样品)，营参1井生油岩产油潜量达到好的生油岩标准。总的看来，有机质丰度属于中等偏下。

② 有机质类型

由图5-2-26、图5-2-27、图5-2-28及表5-2-9可以看出，酒东盆地生油层的有机质类型以混合型为主，有稍多的腐殖型和少量的腐泥型。

以营参1井为例，有机质类型在纵向上的变化规律十分明显，2046 ~ 3260米，有机质

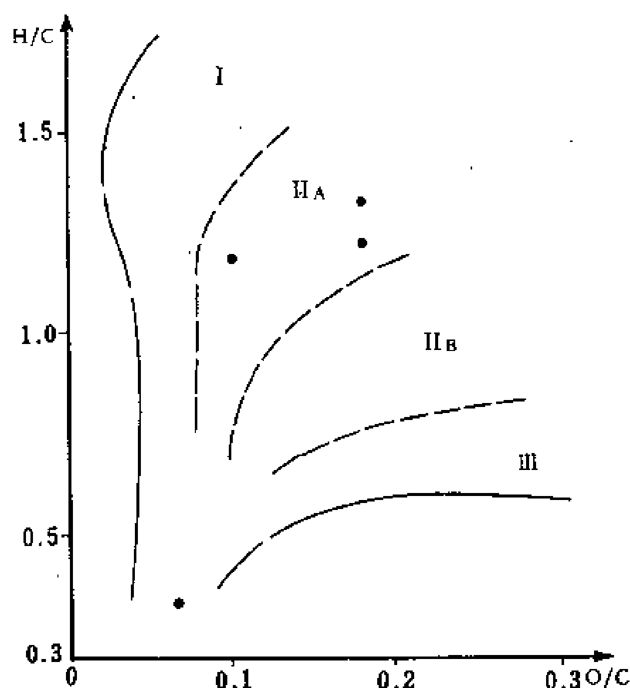


图5－2－26 马营河北口新民堡群干酪根元素类型图

类型以混合型为主，占64%，腐殖型较多，占36%；3260～3820米为混合型有机质，占80%，只有较少的腐殖型有机质，占20%。反映出生油母质在下部地层中以水生生物为主，有少量陆源植物介入，而在上部地层中则有大量陆源植物介入。

③ 有机质热演化

青沟、马营河北口两剖面的分析数据（表5－2－10）反映刚刚进入成熟期。

根据营参1井生油岩的热解资料（图5－2－28、5－2－29）及可溶有机质分析资料（图5－2－30），营参1井生油岩中有机质的演化规律清楚，阶段性明显。目前已钻的生油层经历了未成熟阶段和成熟阶段。

A. 未成熟阶段

井深0～2250米，最高热解峰温为412～435℃。其特点是：有机质演化程度低、热解峰温低，说明干酪根的聚缩程度差、结构松散，烃指数和有效碳均保持着稳定的低值，说明这是一个以生物化学作用为特色的阶段，尚无热解烃明显释放。

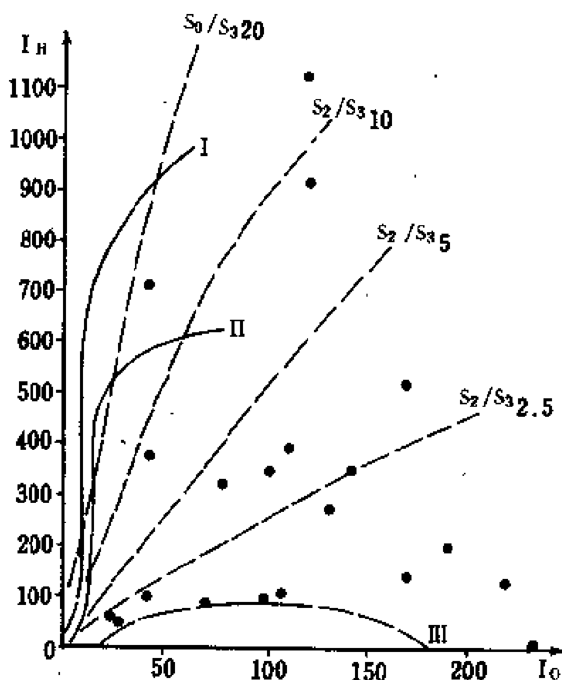


图5－2－27 马营河北口新民堡群 S_2/S_3 与 I_H、I_O 关系图

B. 成熟阶段（低成熟—中成熟）

井深2250～3820米，最高热解峰温为435～446℃。其特点是：有机质的演化程度明显加深，干酪根中的氢指数显著增大，由71毫克$_{烃}$／克$_{有机碳}$迅速达到较高值574毫克$_{烃}$／克$_{有机碳}$（2869米左右）。随着热降解作用的进行，干酪根的成烃作用十分明显，烃指数（自由烃）显著增大，由10毫克$_{烃}$／克$_{有机碳}$达到20～129毫克$_{烃}$／克$_{有机碳}$，有效碳达0.5～2.3%，氯仿沥青“A”、总烃、A/C、总烃/C的值也逐渐增加。由此可见，营参1井生油门限为2250米。

④ 生油层评价

以营参1井生油岩特征与陆相生油层评价标准对比，初步认为营参1井已钻生油层属较好生油岩。与我国其它盆地对比，仅次于松辽盆地、辽河西部凹陷、泌阳凹陷、二连盆地额合宝力格凹陷阿3井K_1b层，而较陕甘宁盆地、喀什凹陷、库车凹陷为好。故暂将酒东盆

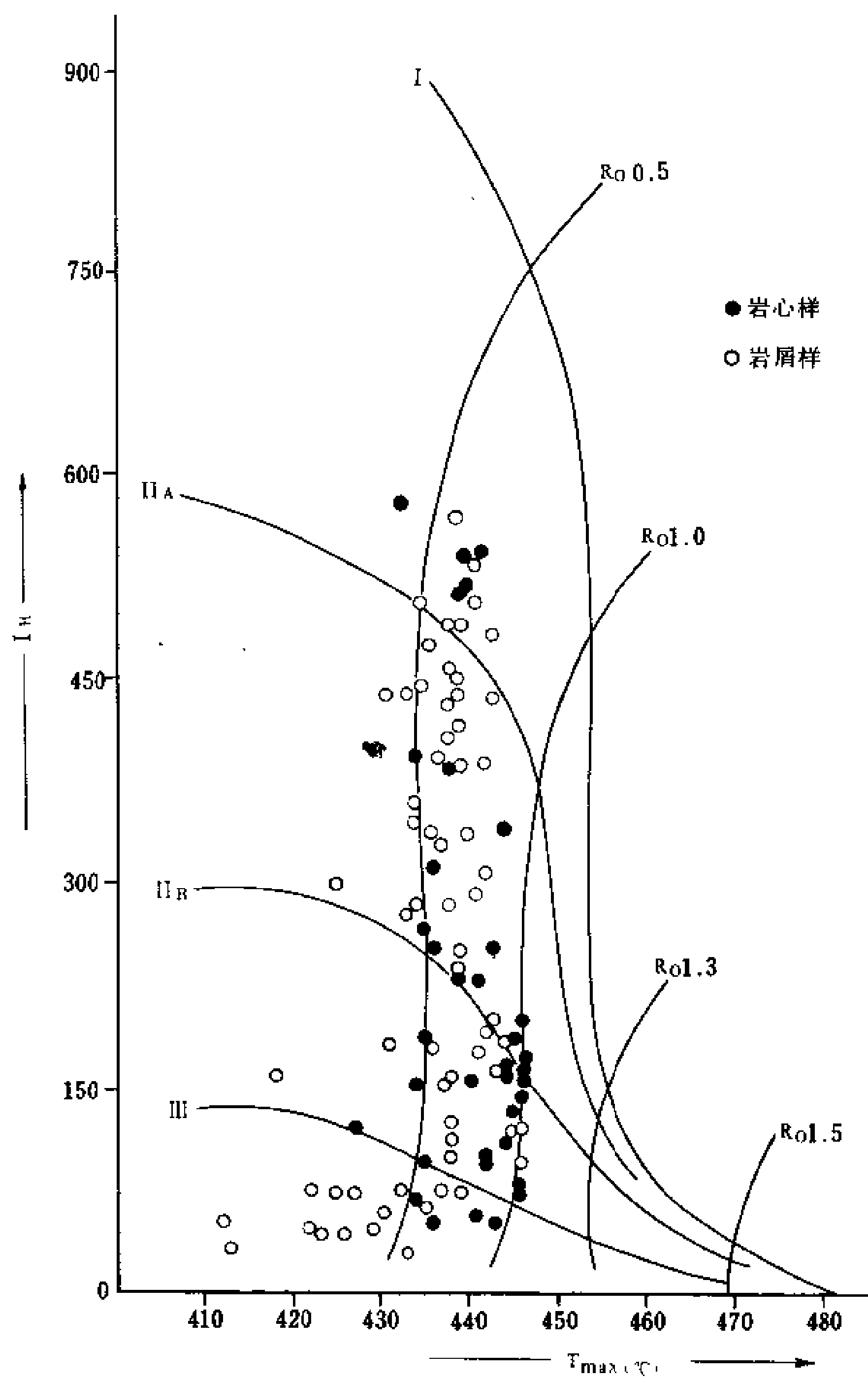


图5-2-28 营参1井新民堡群 I_H 与 T_{max} 值分类图

表5-2-9 营参1井新民堡群有机质类型划分表

井深 (m)	有机质类型(%)				类型划分
	Ⅰ	$Ⅱ_A$	$Ⅱ_B$	Ⅲ	
2046～3260		35	29	36	$Ⅱ_A$、Ⅲ
3260～3820		9	71	20	$Ⅱ_B$
合计		28	41	31	$Ⅱ_B$、Ⅲ、$Ⅱ_A$

表 5－2－10　青沟、马营河北口新民堡群成熟指标数据表

地区 \ 指标		成熟度指标数据		
		Ro	OEP	T_{max}
酒东盆地	马营河北口	0.58	1.82	
	青　　沟		1.55	435

图 5－2－29　营参 1 井生油岩热解综合评价图

地营尔凹陷定为Ⅱ类。

（二）储油岩系及其物性的变化

1. 古生界地层储油的可能性

下古生代地层及花岗岩，很少原生孔隙。

石炭系为不等粒粘土质或钙质石英砂岩，分选不甚均匀，圆度较佳，孔隙被后生物质填充，石英有次生加大现象，胶结较致密，储油条件较差；二叠系砂岩成分单纯，以石英为主，分选均匀，硅质胶结，致密坚硬，储油性能差；三叠系为河流相沉积，以砂岩为主，成分比较单纯，岩性较粗，大小混杂，胶结疏松，有一定的储油条件。

侏罗系砂岩成分复杂，分选不均匀，不利于储油。

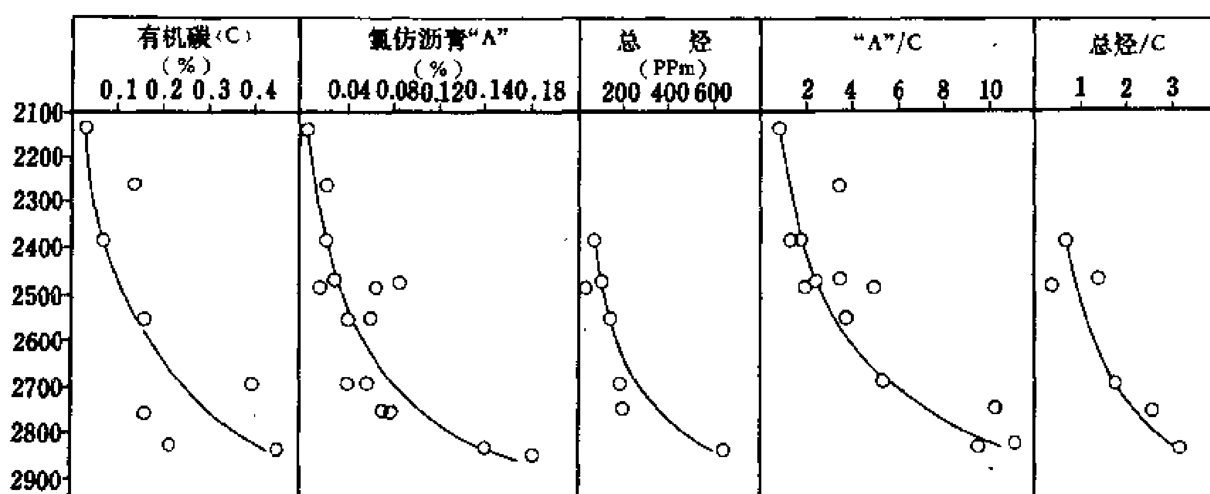


图5－2－30 营参1井可溶有机质随深度变化图

下白垩统，纵向上来说，可能的储油层位居于生油层的下部，平面上则居于边缘粗相带，岩性比较复杂，分选较均一，颗粒半棱角一半圆形，胶结不甚致密。

由上述可以看出，下古生界、石炭—三叠系、侏罗系、白垩系作为储集层均不理想。但由于后期多次构造运动，裂缝可能较发育。另外，下古生界(包括花岗岩)和石炭—三叠系在凸起部位经受长期的风化剥蚀淋滤作用，次生孔隙较发育，因而作为古潜山储油是完全可能的。

2. 上第三系白杨河组间泉子段是盆地的主要储集层

该层分布在双2井—盐1井以南广大地区，据以往资料，可归纳为以下几个特点：

(1)剖面由桔红色砂岩与棕红色泥岩组成，砂岩占剖面的60%以上。地震剖面也明显反映为强振幅较连续反射。

(2)砂岩类型大部分以石英砂岩为主，呈厚层块状，一般分选好，胶结中等，胶结物以泥质、钙质为主，南部地层中普遍含砾石、钙质结核和石膏脉，向北减少以至消失。

(3)沉积厚度在盆地南部洪水坝河一带最大为200～524.8米，为局部异常区。在盆地内部，一般厚度20～100米，于双2井—盐1井一线尖灭。

(4)砂岩物性普遍较好，除南部祁连山前带，其渗透率一般在4.94×10^{-2}平方微米以下外，广大地区一般均在6.91×10^{-2}平方微米以上，尤其是东部榆木山前缘带，渗透率可达0.197平方微米以上，最大为2.774平方微米。

(三) 盖层条件分析

据地面露头、盆地内部钻井以及地震勘探资料分析，上第三系白杨河组间泉子段之上，发育了一套厚约数十米的以棕红色、深棕红色泥岩，砂质泥岩为主的石油沟段，除盆地北缘外，广大地区均有分布，是很好的区域性盖层。总之，石油沟段泥岩分布稳定，与间泉子段砂岩分布基本吻合，构成盆地内最好的储盖组合。

盆地中的上侏罗统—下白垩统，除盆地边缘外，一般为砂泥岩剖面，泥质岩也较发育，形成盖层的条件也是存在的。

总之，盆地中各凹陷除边缘地区盖层条件可能较差外，其余地区的盖层是存在的。

(四) 圈闭条件与圈闭类型

该盆地属祁连山山前拗陷，中新生代以来的构造运动强烈，以水平挤压为主。构造圈闭在南部断褶带尤为发育，盆地中央拗陷构造平缓，不太发育。从已做的地震剖面可以初步看出，

酒东盆地圈闭主要有以下几种类型:

1.构造圈闭

包括背斜圈闭，受断层控制的断背斜、断鼻、断块、断超圈闭等。目前在营尔凹陷中及其边缘，已发现此类型圈闭15个，分层总圈闭面积123.5平方公里。但由于测线稀，多数圈闭可靠程度差(表5－2－11、图5－2－31、图5－2－32)。

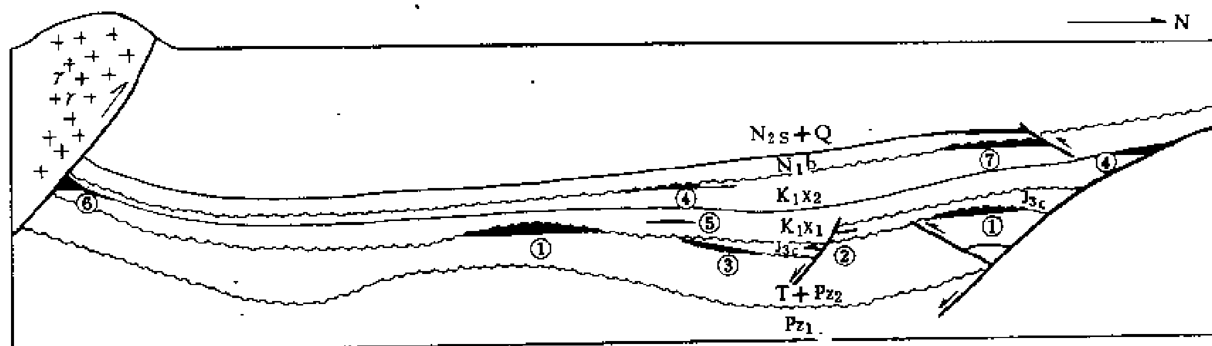


图5－2－31　酒东盆地圈闭及油气藏类型预测图

①—背斜；②—断块；③—超覆不整合；④—削蚀不整合；⑤—岩性；⑥—推覆体；⑦—断鼻

2. 地层不整合圈闭

包括超覆圈闭和剥蚀不整合圈闭,前者主要发育于上侏罗统—下白垩统超覆于基岩地区;后者即发育于上第三系与下白垩统间所形成的区域角度不整合,由于测线较稀,圈闭尚不落实。

3. 岩性圈闭

上第三系白杨河组间泉子段在生油凹陷中，由于湖水动荡或湖盆频繁升降，在湖盆边缘可能发育有砂岩上倾尖灭所形成的圈闭以及岩性与断层或构造控制的构造－岩性复合圈闭。

随着勘探程度的不断提高，将会发现更多的圈闭，相应的油藏类型也将丰富多彩。

(五) 成油组合分析

综合上述条件，不难看出，盆地中可以形成多种成油组合。

1. 上侏罗统—下白垩统自生自储成油组合。

由上侏罗统—下白垩统生油层与储集层构成的这套组合，当油气大量形成之后，通过生油层内部输导层运移，聚集于储集层圈闭中。

2. 上侏罗统—下白垩统生油，上第三系储油的下生上储成油组合。

具备连接生油层与上第三系圈闭的油源通道，是此种成油组合最主要的成油条件。此种通道，往往以断层的形式出现。根据现有资料分析，营尔凹陷的构造变动不十分剧烈，切割上第三系的断裂较少，尤其是凹陷的东南部更少，在凹陷的北部靠边缘地区可见到此种断层，已见到的有赫梁断鼻。

盆地东部地区构造活动较强烈，预计此种条件较西部优越些。

3. 上侏罗统—下白垩统生油，前晚侏罗世地层储油的上生下储的成油组合。

此种组合最主要的成油条件，是生油层通过各种不同途径直接或间接与下伏各种圈闭接触，为上覆生油层生成的油气运移、聚集于下伏圈闭中创造条件，具有此种地质条件的地区较为局限，推断主要分布于营尔凹陷的北部及中部。

七、油气资源量预测及含油远景评价

该盆地已有近40年的勘探历史了，各时期的认识和评价各有千秋。1960、1961年全面对盆地进行了研究，提出评价。1960年根据盆地范围大、沉积岩厚、有良好的生油岩系，

表 5-2-11　酒东盆地营尔凹陷局部构造要素表

序号	构造名称	层位	圈闭类型	闭合面积 km^2	高点深度 m	闭合幅度 m	通过高点测线	落实程度	备注
1	赫梁	T_5	断鼻	1.5	1850	50	JD84-5	较差	基准面+1500m
2	赫梁东	T_5	断块	7	1800	100	JD84-17	较差	
3	前滩东	T_5	断鼻	6	1600	50	JD84-21	较差	
4	长沙岭	T_8	背斜	8	3650	50	JD84-5,84-10	较可靠	
5	红卫北	T_8	断超	9	2100	100	JD84-7	较差	
6	长沙岭	T_9	背斜	17	4300	100	JD84-5,84-10,84-4,84-17	较可靠	
7	长沙岭东(西块)	T_9	断背斜	1	4700	100	JD84-19,84-4	较差	
8	长沙岭东(东块)	T_9	断背斜	10	4500	100	JD84-19,84-10	较可靠	
9	红卫南	T_9	断块	5.5	4600	100	JD84-6,84-7,84-19	较差	
10	上河清东	T_9	断块	8	5600	100	JD84-7,84-19	较差	
11	红卫	T_9	断鼻	7	3900	100	JD84-19,84-7,83-43	较差	
12	前滩	T_9	断鼻	4	3000	100	JD84-19	较差	
13	长沙岭东	T_S	断块	26	6200	800	JD84-5,84-4	较差	
14	长沙岭西	T_S	断块	11	6000	200	JD84-15,84-4	较差	
15	长沙岭南	T_S	断块	3.5	6600	200	JD84-17	较差	

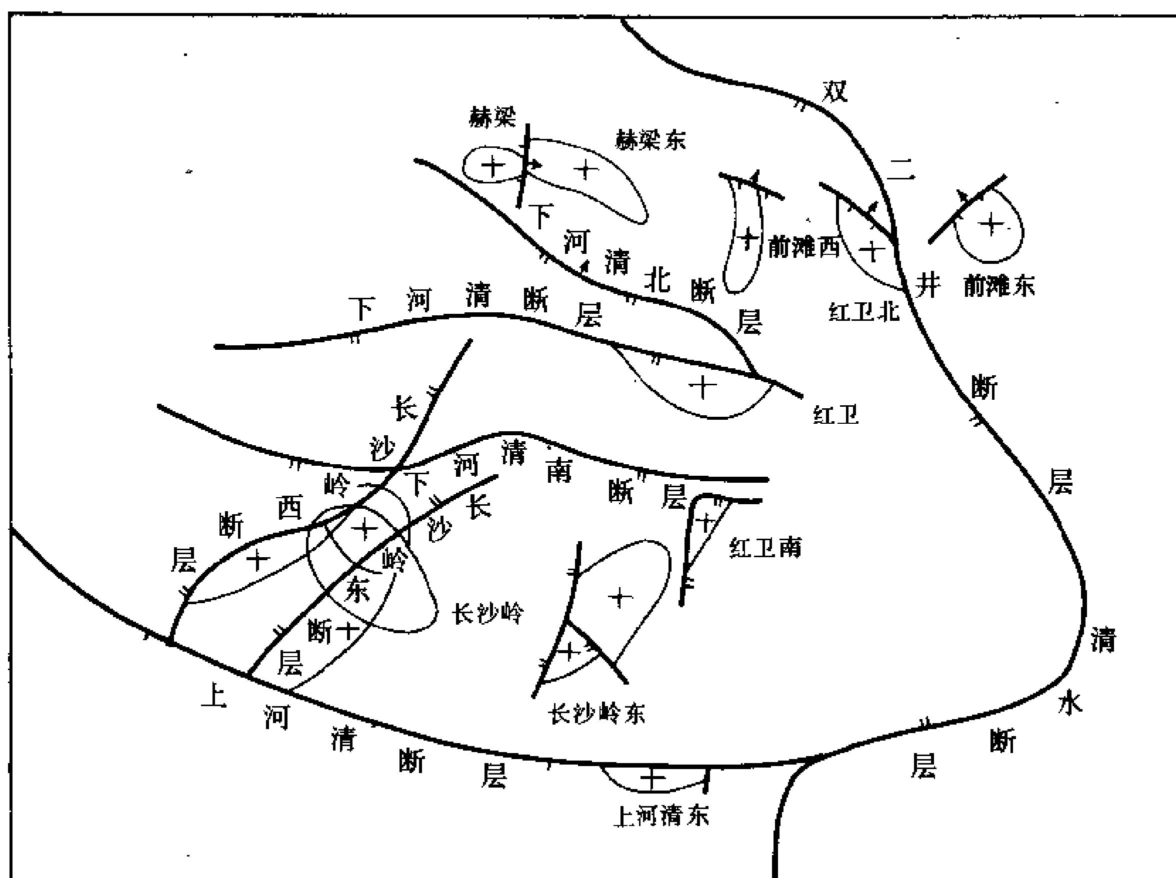


图5－2－32 酒东盆地营尔凹陷断层及局部构造分布图

并有过生油过程，白杨河组储盖性能良好、有储油构造以及直接的沥青油苗和水化学异常等有利条件，认为酒东盆地是一个勘探远景极大的含油气盆地，并指出远景最大的地区是“清水构造群”。清2井于1960年7月底投入钻探，1961年9月完钻，结果表明，白杨河组物性良好，但无油气显示。1961年在以往工作的基础上深入研究后指出，酒东盆地是一个勘探远景较大的含油气盆地，其理由大致同上，同时认为应当看到一些不利因素，就是①下白垩统新民堡群岩相厚度变化规律欠清楚，适于生油的地层分布范围可能较小；②深、浅钻探未获任何油气显示；③局部构造准备不够充分；④构造发展历史和油气运移聚集规律的研究缺乏明确认识。并指出远景最大地区是元山子西倾没背斜带。

时隔10年，1971年重新对酒东盆地进行勘探，在尚未钻探过的金佛寺鼻状隆起、元西半倾没背斜上(即1961年指出的元西构造)和马营凹陷各钻井一口，仍未奏效。1973年经综合研究认为酒东盆地还是一个有含油远景的盆地。必须迅速搞清下列问题：①下白垩统在盆地覆盖区的分布，黑色页岩可能分布范围；②盆地内各种地层、岩性、断层对圈闭油气的可能性究竟如何；③盆地究竟有没有过油气生成运移过程。最后结论是马营凹陷是有远景的。

1983年用24次覆盖数字地震仪进行勘探，取得了更深、更丰富的地震信息，经1984年综合评价，得出酒东盆地具有较大的含油远景、营尔凹陷是最有前景的地区的结论。其理由有①营尔凹陷面积大于700平方公里，是河西走廊目前发现最大的凹陷；②营尔凹陷地层发育齐全，沉积厚度可达7000米；③地震剖面显示下白垩统为箕状凹陷，沉积岩厚度大，约3000多米；④发育了厚度巨大(3500米以上)的新生界地层，为白垩系生油岩能够完全

成熟提供了保证；⑤与青西凹陷类比具有很大的相似性，很有可能为继青西凹陷之后的河西走廊第二个最好的生油凹陷；⑥营尔凹陷东、南、北侧均为断裂，构造较发育，特别是南侧金佛寺花岗岩体可能为推覆体。在综合评价的基础上，用三种方法对酒东盆地的资源量进行了初步估算，全盆地生油量8亿吨，其中营尔凹陷约6亿吨；全盆地资源量约4000万吨，营尔凹陷为3000万吨左右。由于凹陷内未经证实是否有生油岩，故在资源量的计算中人为的克扣较多，所以数据偏小。1985年，在以往研究的基础上，结合新的地震资料，对盆地的结构和凹陷内幕有了更为清楚的认识，并进一步计算了资源量，基本上代表了目前的评价。

(一)生油量、资源量估算

根据盆地石油地质条件，采用氯仿沥青"A"法、生油岩体积法和干酪根产烃法等三种方法对石油资源量进行预测。

1.氯仿沥青"A"法

公式：$Q_{残}=H\cdot S\cdot D\cdot A$　　$Q_{总}=H\cdot S\cdot D\cdot A/(1-a)$

$Q_{运}=Q_{总}-Q_{残}$　　$Q_{聚}=Q_{运}\cdot K$

式中 S——生油岩面积；H——生油岩厚度；D——岩石密度；A——氯仿沥青"A"含量；K——聚集系数；a——排出系数；$Q_{残}$——残余生油量；$Q_{总}$——总生油量；$Q_{运}$——石油运移量；$Q_{聚}$——石油聚集量。

2.生油岩体积法

公式：$Q_{生}=V_{生}\cdot a_{生}$

$Q_{聚}=V_{生}\cdot a_{聚}$

式中 $Q_{生}$——生油量；$V_{生}$——生油岩体积；$a_{生}$——单位体积生油岩生油量；$a_{聚}$——单位体积生油岩聚集量。

3.干酪根产烃法

$Q_{生}=V_{生}\cdot D\cdot K_{KC}$　　$Q_{聚}=Q_{生}\cdot a\cdot K$

式中 $Q_{生}$——生油量；K_{HC}——每吨生油岩干酪根产烃量；D·a·K与氯仿沥青"A"法相同。

以上三种方法估算的生油量为28.5～25.17亿吨，石油资源量为0.755～0.95亿吨，三种方法估算的结果基本接近。

(二)有利含油气区评价

综上所述，酒东盆地的含油气地质条件较好，但不同地区其含油气性却不同。根据对它们各自的石油地质条件分析，可将盆地划分为四类三级含油气区(图5-2-33)。

1.一类含油气区：营尔凹陷

(1)营尔凹陷面积大、沉积巨厚，营参1井钻探见到1800余米厚的生油层，并有油气显示，估算资源量为8505万吨，是目前盆地资源量最丰富的地区。

(2)储集层较发育，上第三系白杨河组间泉子段分布广泛，是主要的储集层。上侏罗统一下白垩统新民堡群的砂岩层比较发育，尤其是在北、东两侧边缘地区。晚侏罗世以前的地层中，也存在一定的储集层。

(3)圈闭类型较多，除已知的各类构造圈闭外，还有岩性、地层圈闭。

(4)成油组合多，有自生自储、下生上储、上生下储等多种成油组合。

根据凹陷的具体地质条件，又可进一步划分为三级。

一级有利含油气带，主要指凹陷北部断裂构造带为主体的地带。有利条件是临近生油凹陷，发育有受断裂控制的上第三系断背斜、断块圈闭和可能的岩性圈闭等。此带又是下白垩

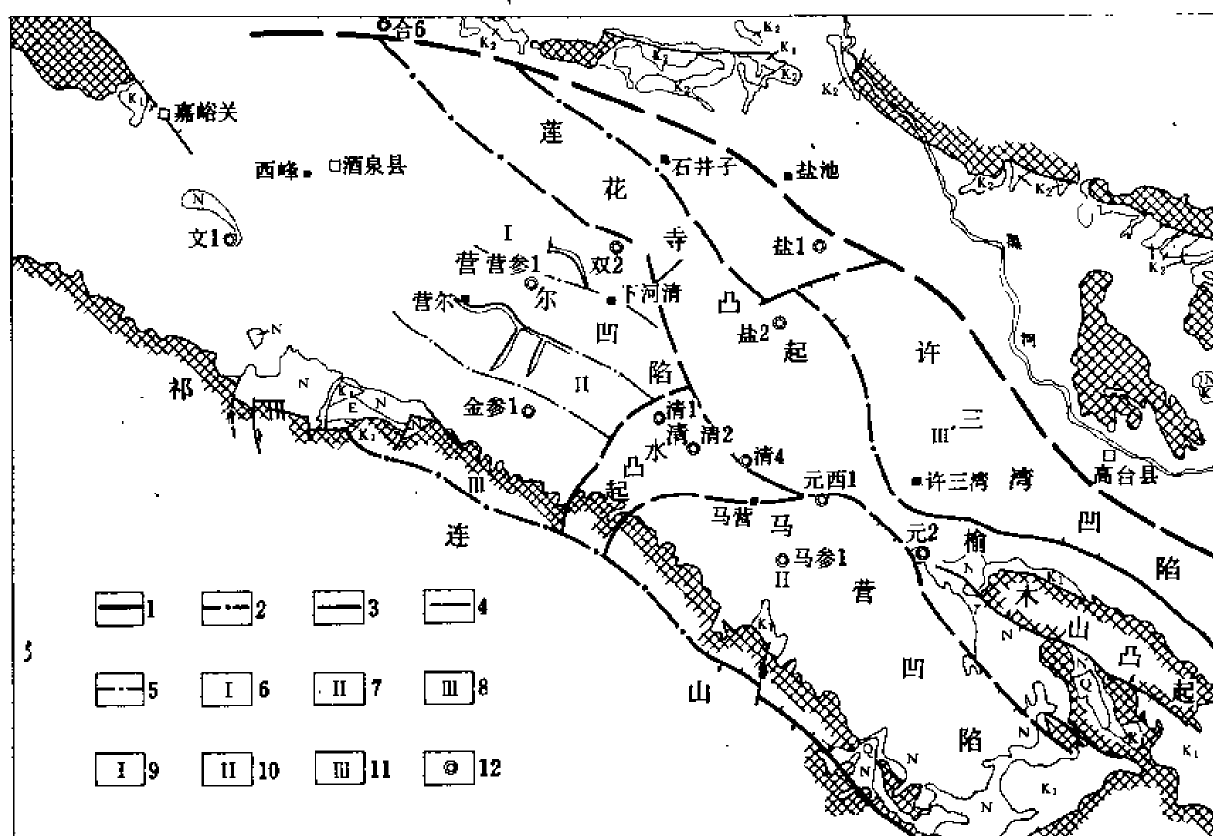


图 5－2－33　酒东盆地含油气远景评价图

1 — 区域断层；2 — 凹陷边界；3 — 一级断层；4 — 二级断层；5 — 含油气边界；
6 — 一类远景区；7 — 二类远景区；8 — 三类远景区；9 — 一级远景带；
10 — 二级远景带；11 — 三级远景带；12 — 已钻探井

统河流平原相或滨浅湖相的发育区，有可能找到较好的储集层。主要目的层埋藏深度适中，一般在 2500 ～ 4500 米之间。还需要指出的是，JD84—5 剖面经作层速度剖面及频谱等处理之后，有异常显示，于 43 ～ 48 桩号，时间在 1.7 ～ 3.1 秒，即由上第三系下部地层组成的赫梁断鼻处，层速度明显变低（由 4000 米／秒减低为 3600 米／秒），频谱也变低（由 28 赫兹减为 20 赫兹），两种现象同时出现，不是偶然的，可能有其内在原因，需要引起注意。

二级有利含油气带，主要指以凹陷的中部断裂构造带为主体及其毗邻地带。具有临近生油凹陷或位于生油凹陷中的优越条件。目前已找到不同层序，不同类型的圈闭 7 个，其中较为可靠的是长沙岭构造及长沙岭东断背斜，据初步估算圈闭资源量平均值为 1652 万吨。构造发育是此带的特点之一，但储集条件可能欠佳。

三级含油气带，主要指以南部逆掩断裂带为主体及其附近地带，推断这里发育一逆掩断裂带，下白垩统凹陷部分深埋其下，由于受区域断裂活动的影响，其地温梯度可能变高，有利于生油岩的演化。但由于逆掩带地质构造复杂，地震资料难以获得，圈闭不清，埋藏深，勘探程度又低，暂列为第三级含油气带。

2. 二类含油气区：马营凹陷

面积约 1800 平方公里，南侧及西南侧出露有下白垩统，其上部均发育约 400 米的暗色泥岩段。推断在凹槽中，层序较全，凹陷南部掩覆于祁连山逆掩带之下，发育有该套暗色泥岩。据估算，其生油岩体积约 180 立方公里，资源量为 2847.33 万吨。

3.三类含油气区：许三湾凹陷

该凹陷勘探程度较低，仅从重力及个别地震资料推断，凹陷面积约1000平方公里，下白垩统最大厚约1700米，估算生油岩体积约50立方公里，资源量为790.67万吨。

第三节 民乐盆地

一、概况

民乐盆地位于甘肃省河西走廊中段，属张掖地区管辖，盆地面积7400平方公里。

盆地内部地势东部和西南部高，西北部低。盆地北部龙首山区，呈东高西低，地形陡峻，切割较深，平均海拔2100～3100米，最高峰东大山达3616米，比高一般达500米以上，属中山区。西南部为北祁连山，地形陡峻，切割较深，平均海拔2500～3000米，属高中山区。山前带海拔2500米左右，相对比高200米左右。西部榆木山，属北祁连山山系之山前带范畴。东部了高山、峡子山，属低山丘陵地形，海拔1900～2100米，相对比高一般在50米左右，最高达100米。

主要河流有黑河（又名弱水河），发源于祁连山，流入走廊地区，经张掖一高台，向北流入内蒙，最后流入居延海，是盆地内最大的河流，流量大，年平均径流量15亿立方米左右，是张掖、临泽、高台等地区农田灌溉和饮用水的主要来源。其次有梨园河、西流水河、酥油河、洪水河、大磁窑口河、大野口河等。

该区属大陆性气候。夏季炎热，冬季寒冷，日温差达10～15℃左右。夏季最热为35℃，冬季最冷可达－30℃。冰冻期较长，每年11月初开始封冻，次年三月解冻。空气干燥，降雨量少，且蒸发量大于降雨量。降雨期在7～9三个月，风季在3～4月和9～10月，多西北风，风力一般3～5级。

张掖、临泽、民乐等县人口均以汉族为主，从事农业，兼事畜牧。祁连山区以藏族、裕固族为主，多从事牧业。随着国民经济的发展，地方工业也兴旺发达，主要有小煤窑、石灰、水泥、造纸、轻工机械制造、化肥等。区内交通尚称便利，兰新铁路、甘新公路纵贯本区。以张掖为中心与各地方政府所在地均有公路或简易公路联系，亦有利于油气勘探工作的开展。

二、勘探历程

1946年西北地质调查所胡敏、张文远等，为了寻找金属矿或煤矿等资源，在民乐一高台间的祁连山一带作过1:25万路线地质调查。其工作报告对地层、构造作了轮廓性介绍，地层时代的划分只能作参考。

建国以来民乐盆地的地质勘探可分两个阶段，简述如下。

1.第一阶段（1950～1959年）

（1）地质普查、详查和综合研究

1950年，原西北石油管理局勘探处张家环、翟光明、徐旺等，在永昌一山丹一带以寻找坩子土为目的进行了路线地质普查。其报告对地层作了简要叙述。由于工作条件的限制，大黄山、李家桥一带的侏罗、白垩系未能分开，并将了高山的白垩系划为第三系。

1953年中央燃料工业部石油管理总局地质局（以下简称石油地质局）酒泉地质大队104队，在黑河以西一高台以南地区开展了1:50万的地质调查，对地层、构造作了较明确的

阐述，地层划分基本正确。但其报告对地层厚度变化的推断存在一定问题，如认为第三系白杨河群向东变薄，实际情况是盆地东部边缘的了高山、峡子山区上第三系变薄，但已属新河盆地范畴，其它地区上第三系则是加厚的；中生界向东尖灭的结论经后期工作证实也有出入。

1954年石油地质局酒泉地质大队103队、104队，在盆地东至扁都口、西至黑河一带的祁连山，开展了1：20万以找油为目的的地质普查。在地层（以界为单位）划分上基本是正确的，对地面构造也作了一定工作。但104队将吴宁寨的白垩系划归第三系是不正确的。

1955年石油工业部玉门矿务局地质调查处101队在永固一山丹间开展1：5万的地质详查。其报告对地层、构造作了较详细的阐述。

1956年103队在民乐盆地开展综合研究工作，提交研究报告一份，图幅70余张。报告根据地球物理资料及地面地质调查资料，对盆地所属大地构造单元属性、基本结构进行了推断和探讨。对地层作了统一的划分。还重点研究了白垩系和上第三系的岩性、岩相变化，根据岩相、沉积条件，结合大地构造等地质条件，对盆地的生油可能性作了初步估价。

1957年103队在峡子山南缘、大黄山西北缘、祁连山北麓前山带开展1：5万地质详查，研究了工作区的构造及白杨河群的储集条件。报告探讨了下白垩统及第三系分层对比问题，并提出了修改意见，认为白杨河群的储集条件颇好，是油气勘探的有利条件之一。同时，认为石炭系太原统具有生油条件，但经长期风化剥蚀，保存条件差。白垩系为封闭的内陆盆地，大多是在氧化环境条件下的沉积，局部地区可能有生油岩存在，但不可能生成很多油并形成工业油（气）藏。

1958年102队在民乐盆地开展综合研究，评价了含油远景区及有利构造，并提交探井井位。其报告探讨了民乐盆地的大地构造属性问题。地层研究方面否定了1957年104队所划分的火烧沟群，认为应属白垩系顶部；同时肯定了侏罗系的存在。对构造进行评价认为，李寨子构造、东乐构造、40号和38号重力异常是油气勘探的有利构造。

随后在永固、高寨子和东乐三个构造上钻浅井16口（表5－3－1），总进尺9513.31米，取心469.25米。钻遇地层主要是疏勒河组。永固构造钻井13口，只有永5井钻得最

表5－3－1　民乐盆地钻井统计表

项目 构造	完井（口）	进尺（m）	取芯进尺（m）	芯长（m）	收获率（%）	完钻地层	油气显示	备注
永固	13	7889.39	897.85	406.33	45.26		无	11口井未钻完 N_2S
高寨子	2	777.49	156.6	52.84	33.74	K_1 N_1b	无	
东乐	1	846.43	55.18	10.18	18.45	P	无	
总计	16	9513.31	1109.63	469.35	42.30			

深，也只有1550米，白垩系钻了1033米，16口井均未发现油气显示。

（2）地球物理勘探

1955年玉门矿务局地质调查处301队，在民乐盆地开展了重磁力普查和详查，其中普查11000平方公里（临泽—永昌），详查530平方公里。发现了四排重力异常带。同年702队在盆地作地面电测工作，测线长461公里，控制面积1300平方公里。进一步落实了东乐隆起和李寨子构造。其报告中认为民乐盆地最大沉积岩厚度3600米。

1956年玉门矿务局地球物理处201队、204队，在东乐一带作了部分光点地震工作，测线长434公里，控制普查面积605平方公里，详查面积151平方公里，再一次肯定了东乐隆起的存在。

这一阶段围绕找油作了大量的地面地质普查、详查和构造细测工作；开展了重磁力、地面电测和地震勘探等地球物理工作；钻井16口。由于地面、井下均未发现油气显示，当时认为民乐盆地找到油（气）的远景不大，从而终断勘探工作达20余年之久。

2.第二阶段（1981～1985年）

玉门石油管理局为了寻找新的石油资源后备基地，于1981年组织队伍再度开展地震勘探，至1985底完成地震剖面约2700公里，基本完成普查任务（图5－3－1）。1982年组建了民乐盆地综合研究组。同年实测了梨园堡、小都麻、吴宁寨和仁宗口一平易四条白垩系剖面。

研究工作从区域地质构造着眼，从白垩系、第三系生储盖条件着手，研究了盆地的基本石油地质条件；解释了近1600公里的地震资料；中央拗陷的张掖凹陷钻参数井1口——民参1井，完钻井深5047.30米。钻遇两套生油层，上部生油层（1803～2379米）厚度576米，下部生油层（4436～4802.5米）厚度366.5米。其中暗色泥岩总厚257米。

综上所述，认为民乐盆地是在加里东地槽褶皱系基底上形成的中新生代槽缘盆地。白垩系是主要的生油层系；石炭系是可能的生油层系；上第三系白杨河组间泉子段（N_1b_1）储集条件良好；初步判断有一定的找油前景。

三、地层

（一）民乐盆地地层研究概况

关于民乐盆地地层时代的研究见表5－3－2。石油部门对中新生代地层的研究比较深入而且很详细，而对古生代地层研究得很不够、特别是对早古生代地层的研究更为笼统。有的地层时代尚有争议。

1.中一下侏罗统博罗砾岩的时代问题

1945年王曰伦、1946年胡敏、张尔道等人，根据黄汲清的意见将本区博罗砾岩定为石炭系老君山砾岩。

1954年104队王庆华等在观察剖面时发现，砾石成份除南山系砾石外，还有二叠系砂岩砾石，在层位上它不整合于二叠系及侏罗系龙凤山群之上，故对比为上侏罗统博罗砾岩，见于北祁连山的满山沟、扁都口一带。

2.白垩系时代问题

1954年103队王庆华、刘文瑞等在本区工作后认为白垩纪地层，由于化石资料少，要确定其时代困难很大，只能与酒泉盆地的白垩系对比，对比后认为民乐盆地缺失下惠回堡群，酒泉盆地的上惠回堡群与民乐盆地的白垩系可对比，故定名为上惠回堡群。

1955年101队张俊杰等在永固—山丹间工作，根据岩性特点认为本区白垩系相当于下惠

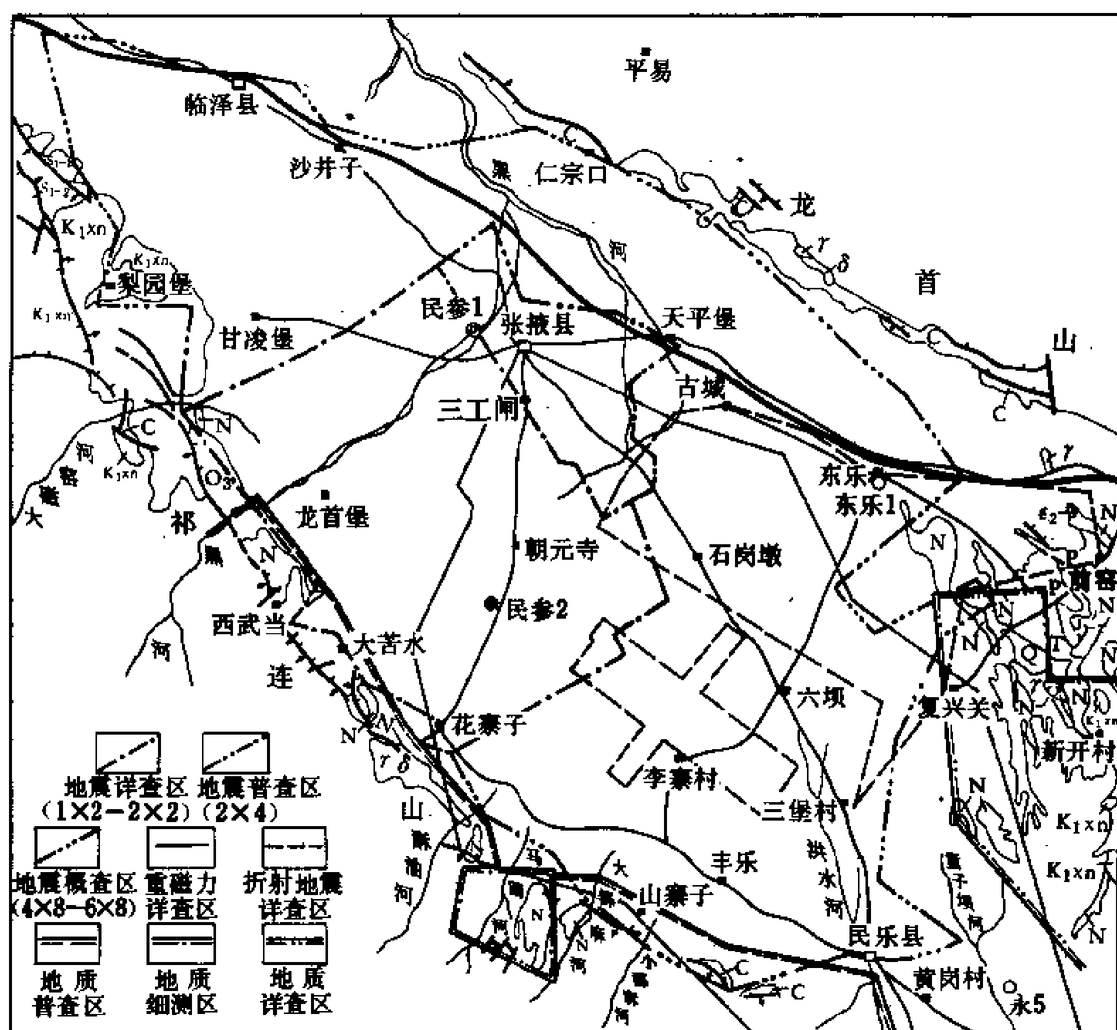


图 5－3－1 民乐盆地勘探程度图

回堡群，而缺失上惠回堡群。

3. 渐新统火烧沟群

1957 年 103 队伍治军首先在盆地中提出火烧沟群问题，他认为火烧沟群岩性为棕红色泥岩、细砾岩、灰白色砾状砂岩及紫灰色钙质结核层。泥岩、砾岩为互层状。砾石成分以石英、变质岩为主。砂岩成分以灰白色石英为主，含钙质结核。分布于洪水河上游香沟一带及大都麻、马蹄寺和黑牛口河等地。底部与白垩系为不整合接触，或超覆不整合于其它老地层之上；顶部与中新统白杨河群间泉子组呈假整合接触。

1958 年 102 队刘子晋等在盆地开展综合研究，对 1957 年 103 队划分的火烧沟群进行野外观察，否定了火烧沟群的存在，认为应归入白垩系顶部地层。其岩性为棕红色泥岩、砂质泥岩、砂岩，浅棕灰色、白色砾岩、砾状砂岩，砾石圆度好，层理清楚；而火烧沟群岩性为大套砾岩、砾状砂岩，不显层理，砾石圆度差。

表 5－3－2 民乐盆地地层划分主要沿革表

作者 / 地质系统	1954年 103队			刘文瑞	符号	1956年 103队			张俊杰		1957年 103队			伍治平		1984年 玉门石油管理局研究院勘探室				
新生界	第四系			黄土层	Qa	第四系				Q	第四系				Q	第四系			黄土层	
				酒泉砾石	Qc														酒泉砾石	Qpj
	第三系			玉门砾岩	Ny	晚第三系	甘肃统		玉门组	N_4	晚第三系	玉门统			N_4	第三系			玉门砾岩	Qpy
	第三系	甘肃统		疏勒河组	Nks	第三系			疏勒河组	N_3	第三系	疏勒河统			N_3		上新统		疏勒河组	N_2s
				白杨河组	Nkb				白杨河组	N_2		白杨河统			N_2^3 N_2^2 N_2^1		中新统		白杨河组	N_1b
												火烧河统			N_1					
中生界	白垩系		上惠回堡群		Ukh	白垩系	下白垩统	下惠回堡群		Cr_1	白垩系	下白垩统	下惠回堡群		Cr_1^3 Cr_1^2 Cr_1^1	白垩系	下统	新民堡群	上岩组	K_1x_2
																			下岩组	K_1x_1
	侏罗系			博罗砾岩	Jp	侏罗系										侏罗系				
			龙凤山群		Jl			龙凤山群		J_1							中下统	龙凤山群		$J_{1-2}ln$
	三叠系		西大沟群		Ts	三叠系		西大沟群		Ts						三叠系	中下统	西大沟群	上岩组 下岩组	$T_{1-2}xd$
古生界 上古生界	二叠系		窑沟群		Py	二叠系	上统	窑沟群		P_2y	二叠系	上统	窑沟群		P_2y	二叠系	上统		窑沟组	P_2y
			大河沟群		Pt		下统	大黄沟群		P_1t							下统		大黄沟组	P_1d
	石炭系		太原群		Ct	石炭系	上统	太原群		C_3t	石炭系	上统	太原群		C_3t	石炭系	上统		太原组	C_3t
			臭牛沟群		Cc		中统	臭牛沟群		Cc							中统		羊虎沟组	C_2y
				老君山砾岩	Cl		下统		老君山砾岩	C l							下统		臭牛沟组	C_1c
	泥盆系															泥盆系		雪山群		$D_{1-2}xs$
古生界 下古生界	南山系（泥盆系—寒武系）				Lp						南山系				Lp	志留系	中下统			S_{1-2}
																奥陶系	上统			O_3
																寒武系	中统	大黄山群		$\in_2dn$
上元古界																震旦系	上统	韩母山群		Z_2n
下元古界																中下元古界		墩子沟群		Pt_2dn
																		龙首山群		Pt_1ln
工作地区	盆地南部祁连山区					大黄山至临泽间					山丹、民乐及张掖南缘祁连山					民乐盆地				

关于民乐盆地其它各纪地层的时代，各家的意见基本一致。

（二）地层岩性综述

盆地基底由元古界及古生界组成。盆地北部的龙首山地区主要出露前震旦系、震旦系结晶变质岩及石炭系海陆交互相地层；盆地南部祁连山地区出露古生界及中新生界。民乐盆地是一个中新生代沉积盆地，现将盆地中具备生油条件的石炭系及其以上地层描述如下（图5－3－2、图5－3－3）。

1. 石炭系（C）

石炭系在北祁连山地区、盆地东部的了高山、大黄山和龙首山地区均有分布。各地岩性、厚度、变质程度均有较大差别，现分区叙述如下。

（1）北祁连山地区及走廊地区

主要分布在大苦水、西流水、长石头沟西南大瓷窑口和了高山区平坡等地，露头零散，出露面积小。地层为北西走向。平坡一带仅有上石炭统分布。

① 下统臭牛沟组（C_1c）：岩性以粉砂岩为主，夹少量不纯石灰岩或泥灰岩，多呈薄层或凸镜状，上部夹碳质页岩、薄煤层或煤线，局部夹砾岩，是以浅海相为主的海陆交互相地层。厚度144米。在大苦水采有珊瑚及腕足类化石：*Gigantoproductus edelburgensis* (phillips)，*Aulina* sp.，*Arachnolasma* sp.，*Vitiliproductus* sp.。

② 中统羊虎沟组（C_2y）：岩性以粗碎屑岩为主。上部为粗砂岩及含砾粗砂岩，局部夹深灰色薄层泥质粉砂岩。中上部夹细砂岩及薄层泥质粉砂岩。下部为粗砂岩或相变为砾岩，局部夹细砂岩，为海陆交互相沉积。厚度178米。产植物化石：*Pecopteris* sp.，*Neuropteris* sp.。这两种化石是西北地区中石炭世常见化石分子。

③ 上统太原组（C_3t）：上部为灰绿色、暗紫色、紫红色中粒砂岩及深灰色、灰黑色薄层粉砂岩，夹灰质页岩和薄煤层；下部为灰白色石英粗砂岩及深灰色¥黑灰色薄层粉砂岩夹黄灰色粗砂岩；底部为黄灰色砂砾岩。是以陆相为主的海陆交互相沉积。厚度171米。产蜓科化石：*Rugosofusulina* sp. 和*Quasifusulina* sp.。

（2）龙首山地区

龙首山地区的石炭系是根据1970年以后甘肃省地质局区测一队在该区工作获得的新资料划分的。1970年以前划为前震旦系及震旦系。划为石炭系的主要依据是区测一队在龙首山南坡木头沟工作时，于灰黑色板岩中采有植物化石：*Neuropteris* cf. *gigantea* (Sternberg)。地质时代可能是中石炭世。1972年对该套地层进行复查，又在东乐大口东侧采得植物化石：*Neuropteris* sp.，认为是中石炭世常见的分子。在其他地区采得的化石经鉴定多为珊瑚和腕足类，时代定为中石炭世。

根据上述意见龙首山地区石岩系，暂定为中石炭统和中—上石炭统。

① 中石炭统（C_2）：盆地南缘祁连山北麓，上部主要为千枚岩、板岩、变砂岩夹结晶灰岩透镜体，局部为大理岩。下部主要为流斑条纹状黑云母斜长石混合岩、混合岩化黑云母斜长石片麻岩等。厚度大于1760米。盆地北缘龙首山一带主要为条带状钾长石混合岩、斜长石混合岩、黑云母片岩、白云岩和硅质条带结晶灰岩。厚度大于5169米。属海陆交互相沉积。

② 中—上石炭统（C_{2-3}）：主要岩石为结晶灰岩夹变砂岩、千枚岩和硅质岩。结晶灰岩中含较多的有机物。厚度大于1000米，属浅海相沉积。尚未采得化石，但与下伏中石炭统为整合过渡关系，故暂将时代定为中—上石炭统。

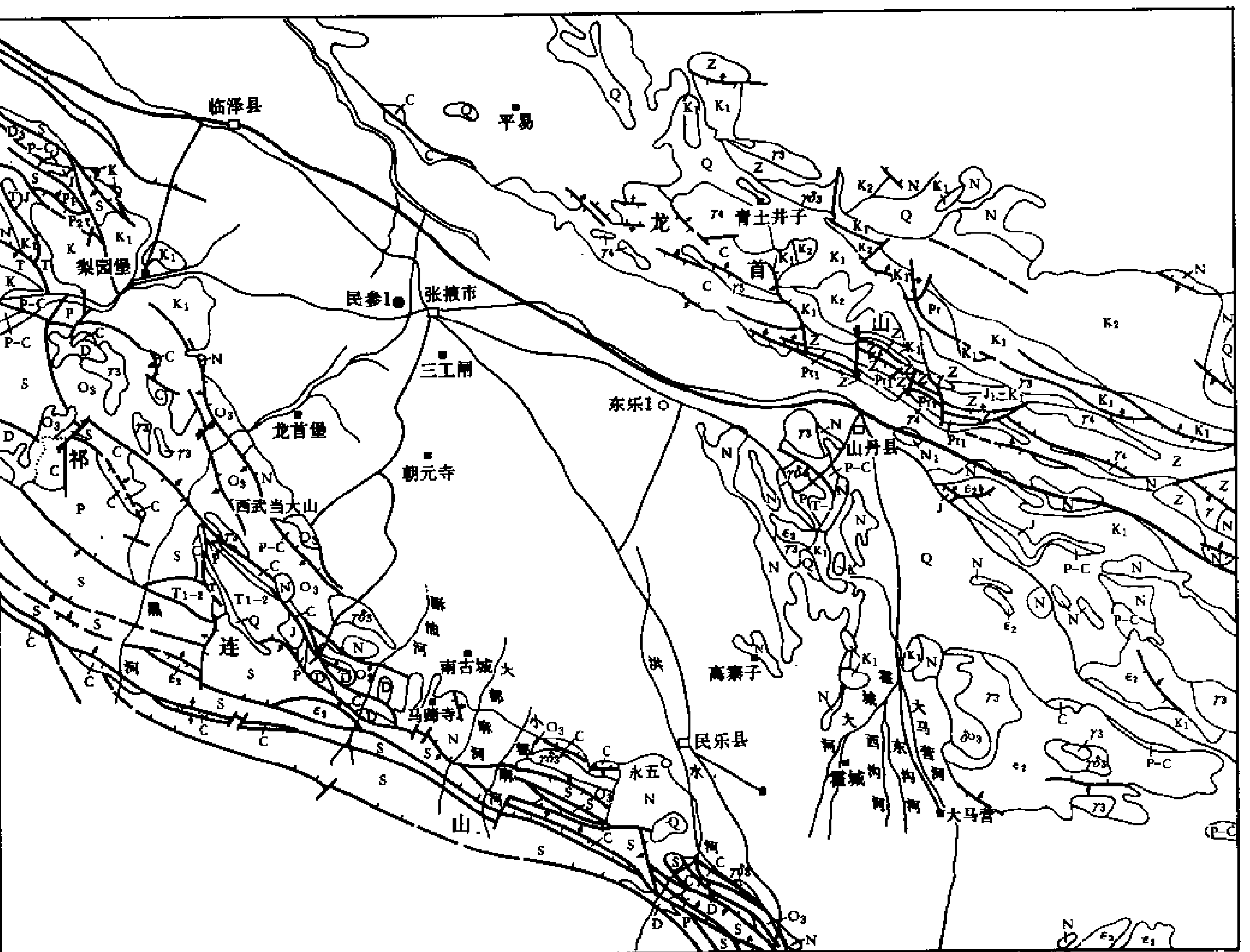


图 5-3-2 民乐盆地地质简图

界	系	统	群	组	符号	柱状图	厚度(m)	岩性描述
中生界	白垩系	上统		[illegible]	K_2		270	紫红色、猪肝色砂岩夹泥岩、粉砂岩、少量含砾粗砂岩产原角龙化石
		下统	新民堡群	上岩组	K_1x_2		1724	上部：灰绿色、灰色泥岩及暗棕色、杂色泥岩段 下部：以灰绿色黄绿色细砂岩、粉砂岩为主，与灰绿、黄绿色砾状粗砂岩、含砾粗砂岩、中砂岩、暗棕色粉砂质泥岩组成不等厚互层，含化石
			K_1xn	下岩组	K_1x_1		859	上部：褐红色泥岩夹黄绿色灰、蓝灰色泥岩、页岩、粉砂岩 下部：黄绿、灰绿色粗砂岩及黄绿、紫红色块状砾岩，未发现化石 紫红、灰绿色砂砾岩为主
	侏罗系	上统		赤金堡组	J_3c		339	淡黄绿、灰绿色细砾岩、砾岩和砂质页岩。灰白色紫灰色砂岩夹炭质页岩和煤线，产动植物化石
		中下统	龙凤山群		$J_{1-2}l$		132	
	三叠系		[illegible]		T_3xn		387	紫红色砾岩、砂砾岩为主、粉砂岩及页岩、产植物化石
			西大沟群		[illegible]		672	紫灰浅灰绿色含砾粗砂岩、斜层理发育、具砂球结构
上古生界	二叠系	上统		窑沟组	P_2y		383	紫红色含砾粗砂岩、夹砂质泥岩及夹黑色细砂岩
		下统		大黄沟组	P_1d		220	杂色薄层砂岩夹赫红、灰绿、白灰色中层状流纹质凝灰岩
	石炭系	上统		太原组	C_3t		147	以灰绿、深灰色砂岩为主，含可采煤层及中层灰岩，富含蜓科化石
		中统		羊虎沟组	C_2y		147	
		下统		臭牛沟组	C_1c		162	黄灰、深灰色砂岩、灰白色石英质粗砂岩
	泥盆系	上统	沙流水群		D_3sh		853	深灰、黑灰色粉砂岩夹炭质页岩，含煤线或可采煤层，灰岩中产化石
		中下统	雪山群		$D_{1-2}xs$		3424	淡紫色砾岩及硬砂质砂岩，上部夹不规则灰岩
下古生界	志留系	上统		旱峡群	S_3		916	上部为紫红色砂岩、砂岩具龟裂、波痕、斜层理 下部以砂砾岩为主夹流纹凝灰岩，产动物化石
		中下统			S_{1-2}		2000	紫红色变质细砂岩夹千枚岩
		下统		小石户沟组	S_1		6368	主要为灰绿色细砾变质砂岩夹千枚岩 安山岩、凝灰岩及火山角砾岩、砂砾岩、砂质板岩、板岩夹石灰岩透镜体，产化石
	奥陶系	上统		扣门子组	O_3		2373	变质安山凝灰岩夹硅质岩、变质粉砂岩
		下统	阴沟群		O_1yn		5495	岩性为硅质岩、千枚岩和火山岩，产笔石类化石
	寒武系	中统	香山群		$\in_2xs$		74146	灰绿色变质砂岩夹板岩和石灰岩，板岩内产化石
元古界	震旦系	上统	[illegible]山群		Z_2hn		1186	白云质灰岩、薄层灰岩和千枚岩，石灰岩中产藻类化石
			墩子沟群		Pt_2dn		1586	含遂石条带硅质灰岩、千枚岩、石灰岩、片麻岩、片岩夹大理岩凸镜体 底部为砾岩、千枚岩。灰岩中含化石
			龙首山群		Pt_1lo		2146	上部：斜长角闪变砾岩、大理岩为主、二长石英等类片岩 下部：以中至粗晶大理岩为主夹混合岩、片麻岩等

图 5－3－3 民乐盆地综合地层柱状剖面图

2. 二叠系（P）

主要分布于北祁连山山前区的大苦水和西流水等地；在山丹县平坡一带亦有零星露头。

二叠系为陆相碎屑岩沉积，夹有流纹质熔岩、凝灰岩多层，层厚数米至十余米且较稳定。地层中尚未采得化石。

（1）下统大黄沟组（P_1d）

岩性以中细粒砂岩为主，部分为粗砂岩。岩石的颜色较杂，以灰绿色为主，并有紫红色、赭红色及浅黄绿色。层中夹多层火山岩。厚度 220 米。

（2）上统窑沟组（P_2y）

岩性主要为紫红色的粗砂岩、砾岩或含砾粗砂岩，局部夹粉砂岩及细砂岩，亦夹有流纹质熔岩、凝灰岩。

3. 三叠系西大沟群（ $T_{1-2}xd$ ）

主要分布于北祁连山山前区的西流水、梨园堡和张家口一带；山丹县的平坡一带亦有零星露头。分上下两个岩组：下岩组以灰绿色、紫红色含砾粗砂岩为主，底部为灰白色石英砂岩，厚度 278 米。上岩组主要为绿灰色薄～厚层状粗砂岩，含植物化石和瓣鳃类化石。厚度34.2 米。化石：*Neocalamites* sp.，*Coniopteris* sp.，*Cladophlebis* sp.，*Neocalamites carrerei*（Zeiller）Halle.；*Pseudocardinia – jeniseica*（Martinson）。

4. 中—下侏罗统龙凤山群（ $J_{1-2}ln$ ）

主要出露在北祁连山山前地区的西流水、黑河源及山丹县的了高山等地区。厚度约1000 米。其他地区厚度 315～ 1720 米左右。

黑河的中—下侏罗统龙凤山群的中上部为灰绿色细—粗砂岩夹薄层页岩及浅紫色砂质泥岩。产植物化石：*Cladophlebis* sp.，*Coniopteris* sp.。

5. 白垩系（ K ）

民乐盆地白垩系只有下白垩统（ K_1 ）。主要分布在盆地南缘的梨园堡、小都麻、山城子地区；盆地东部的吴宁寨、新开坝地区和北部的仁宗口—平易等地区。白垩系厚度变化大，在梨园堡一带厚度为 3157.2 米，在山城子厚度为1472.1米，在小都麻和吴宁寨厚度分别为 930 米和 933 米。

（1）梨园堡下白垩统新民堡群（ K_1xn ）剖面。厚度 3157.2 米，分上下两个岩组。

① 下岩组（ K_1x_1 ），厚度为 1424.8 米。下段上部以灰绿、黄绿、棕红色泥岩为主，夹粉细砂岩薄层；中部为黄绿色砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩、粉细砂岩及深灰、灰色泥岩、页岩，呈不等厚的互层状，以泥页岩为主；下部为灰绿色砾岩、砾状砂岩和砂岩组成不完整的正韵律层。上段上部为粉砂质泥岩夹薄层粉细砂岩、砾状砂岩；下部为灰绿、黄绿、暗紫红色砾状砂岩、含砾砂岩夹灰绿色含砾、砂泥岩，砾石顺层排列，为半棱角—次圆状。砂岩中交错层理发育。岩石类型主要是长石杂砂岩、长石岩屑杂砂岩占 92.9%；长石岩屑净砂岩占 7.1%，反映近源快速沉积之特征。

② 上岩组（ K_1x_2 ），厚度为 1732.4 米。上部棕红色泥岩为主夹灰绿色泥岩、砾岩、砂岩薄层，灰绿色泥岩中含碳屑，局部含钙质结核；近顶部以灰绿色泥岩为主，夹灰色、灰黑色泥岩、页岩。下部为灰绿、黄绿色砾岩、砾状砂岩、含砾砂岩与棕红色粉砂质泥岩呈不等厚互层。产叶肢介化石：*Bairdestheria hanhsiaensis* Chang et Chen，*Bairdestheria yumenensis* Chang et Chen.。据南京古生物研究所鉴定其时代属早白垩世。

（2）吴宁寨下白垩统新民堡群（ K_1xn ）剖面

该剖面经对比认为只有新民堡群上岩组，厚度 933 米。

该剖面是一套以泥质岩为主的地层。下部为灰绿色、灰色、深灰色泥岩夹黄色、黄绿色、棕灰、灰绿色砂岩和砾岩薄层；中部为棕红色泥岩为主夹灰绿色泥岩、灰色、灰褐色泥灰岩和粉细砂岩薄层，横向变化稳定；上部以灰色、灰绿色泥岩为主夹灰棕色、黄绿色泥岩和泥灰岩、粉细砂岩薄层。剖面底部出露不全。

（3）民参 1 井下白垩统新民堡群（ K_1xn ）

民参 1 井是于民乐盆地张掖凹陷钻探的第一口参数井，完钻井深 5047.3 米，1803 米进入白垩系，分上下两岩组（ 图5－3－4 ）。

① 下岩组：井深2379～5047.3米井段，厚度为2668.3米。根据岩性自下而上可分为三段。

第一段（4802.5～5047.3米），厚度244.8米，岩性单一，为紫红色粉砂质泥岩。第二段（4436～4802.5米），厚度366.5米，岩性以灰色、深灰色粉砂质泥岩为主，夹暗棕红色粉砂质泥岩、碳质泥岩和杂色砂岩，本段为该井钻遇的第二套生油（气）层。第三段（2379～4436米），厚度2057米，岩性为棕红色、暗棕红色粉砂质泥岩为主，夹杂色砂岩薄层。

② 上岩组：井深1803～2379米井段，厚度576米，岩性为一套暗色泥岩，其中1803～1860米井段为杂色泥岩，厚度57米。1860～2379米井段为深灰、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩，含黄铁矿、碳屑等，厚度519米。2156～2226米井段含石膏、方解石等。该组是本井钻遇的第一套生油层。根据石油工业部勘探开发研究院实验中心孢粉鉴定结果，蕨类孢子有：*Cicatricosis porites*. sp，*Schizaeoisporites* sp，*Densoisporites* sp. 等白垩纪常见分子；裸子植物花粉有少量的 *Protoconiferus*，*Piceites*，还有 *Classopollis*，*Psophosphaera*，*Parasporites*，*Cycadopites* 等早白垩世常见分子。而2156米出现的 *Classopollis* 孢粉，其生物面貌接近晚侏罗世特征。需要提出的是，该井3200～5047.3米井段其地质时代有可能是晚侏罗—早白垩世，

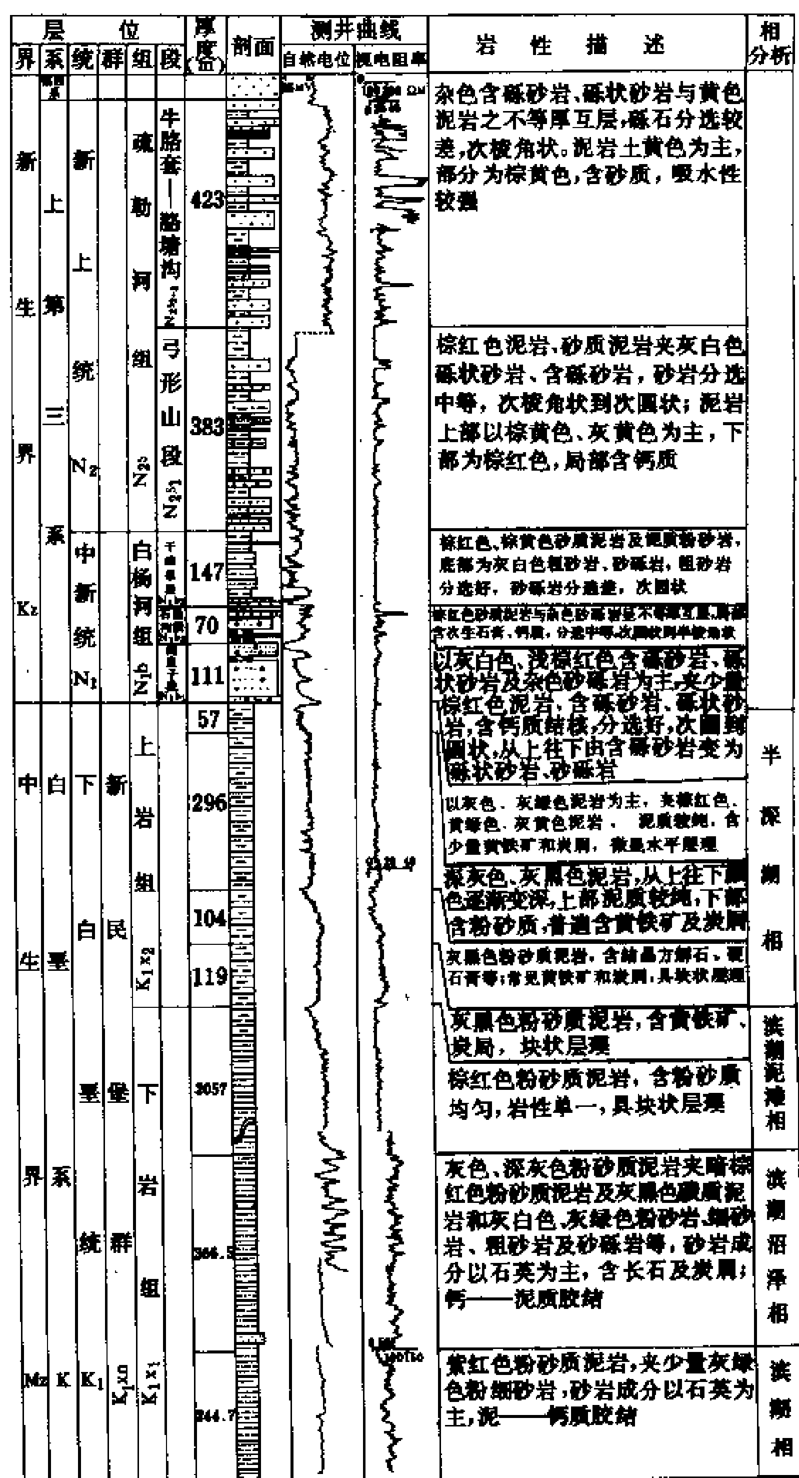


图5－3－4 民乐盆地民参1井综合柱状图

待今后研究解决再定。

6. 上第三系中新统白杨河组（N_1b）

上第三系中新统白杨河组，在盆地南缘主要分布于西武当、马蹄寺、洪水河和山城子一带。西武当一带白杨河组厚651米，缺失间泉子段。马蹄寺、洪水河地区白杨河组发育齐全，厚度分别为1041米和627米。盆地东部的平坡一带，白杨河组则发育不全，只有间泉子段，而且地层变薄，厚度仅有17～57米。石油沟段和干油泉段普遍缺失。现以马蹄寺剖面为例分段叙述如下。

（1）间泉子段（N_1b_1）：以桔红色块状石英砂岩为主夹薄层泥质砂岩，下部含钙质结核，厚191米，是盆地的主要勘探目的层之一。

（2）石油沟段（N_1b_2）：以巧克力色泥岩、砂质泥岩为主夹薄层砂岩，含次生石膏脉，厚度480米。是盆地的区域性盖层。

（3）干油泉段（N_1b_3）：上部为泥岩偶夹天青色细砂岩条带。中下部为棕色砾岩与深棕红色砂质泥岩呈不等厚互层。

7. 上第三系上新统疏勒河组（N_2s）

盆地内部厚度大于1000米。东部了高山区厚度只有几米，有的地方则缺失。岩性为土黄色、浅棕色泥岩、砂质泥岩与灰白色、浅棕色砂质岩呈互层状。

8. 第四系（Q）

砾石层和砂质粘土层。

（三）下白垩统的沉积相

民乐盆地目前还处于区域勘探阶段，由于中深层（白垩系）地震资料品质差，无法进行地震相解释。现根据地面梨园堡、小都麻、吴宁寨和仁宗口—平易下白垩统剖面沉积相研究，结合民参1井沉积相特征，分析沉积体系及沉积相类型（表5－3－3）。

表5－3－3 下白垩统沉积体系及相类型表

沉积体系	沉积相类型
洪积—冲积体系	山麓—坡积相、洪积扇相
河流沉积体系	辫状河流相、曲流河相
湖泊沉积体系	三角洲相、滨浅湖相、浅湖—半深湖相

沉积相类型的特征如下：

1. 洪积—冲积体系

（1）山麓—坡积相：以仁宗口—平易剖面为代表，山麓—坡积相在剖面上位于下白垩统的底部，平面上分布于盆地边缘。岩性为巨砾岩，具棱角状，岩石单一，为就地取材、就地堆积而成。砾石大小混杂、杂乱堆积，分选极差，块状层理。

(2)洪积扇相：纵向上位于仁宗口—平易剖面的下部，山麓—坡积相的上部。洪积扇相是干燥气候条件下间歇性暴洪多次作用的产物，是泥石流和碎屑流的复合地质体。岩层在垂向组合上仍具下粗上细的不完整正韵律。下为砾岩、砾状砂岩或含砾粗砂岩，向上变为含砾中砂岩或细砂岩。这一特征在扇中、扇缘比较清楚。扇首只是粒径粗细之分，无层面，层理类型主要是块状层理、递变层理及透镜状层理。缺少动植物化石。

2. 河流沉积体系

(1)辫状河流相：近源山区河道沉积，是牵引流作用的结果，常常与洪水关系密切。河流改道频繁，侧向侵蚀、加积强烈，早期形成的堆积常被侵蚀而保留不完整，被侵蚀的物质在前方凸岸堆积下来形成新的沉积体。细粒物质被淘洗而带入河、湖中。

粗碎屑岩发育是辫状河地质体的主要特征之一，以砾岩、砾状砂岩和粗砂岩为主要组合。分选差，颗粒球度较好，次圆—圆状为主，少量为次棱角状。岩石以透镜状为主，横向变化大。下粗上细的粒度正韵律，是重力分异或因水体强弱变化携带能量随之变化的结果。层理以块状、平行、粒序层理及透镜状层理为主。砾石具定向排列或迭瓦状构造。梨园堡、小都麻下白垩统下岩组均有辫状河流相沉积。

(2)曲流河相：以梨园堡、仁宗口—平易剖面下白垩统下岩组的中上部层段为代表。岩性具下粗上细的正韵律，下部为砾岩、砾状砂岩或含砾粗砂岩，向上过渡为中细砂岩、泥岩。砂砾岩为河道沉积，泥岩为河漫滩沉积，二者构成似二元结构。砂、砾岩具平行层理、粒序层理；中细、粉细砂岩具中型、小型交错层理。

3. 湖泊沉积体系

(1)三角洲相：以梨园堡剖面下白垩统下岩组中部层段为代表。岩石组合为砾岩、砾状砂岩和砂岩与湖相泥、页岩呈互层状，突变接触关系。泥岩具水平、纹层层理。页岩的页理发育。

(2)滨浅湖相：梨园堡、仁宗口—平易剖面下白垩统的上岩组、吴宁寨剖面下白垩统的全部及民参1井上岩组的1803～1960米井段，下岩组的2379～4436米和4802.5～5047.3米井段(未完)均为滨浅湖相沉积。岩性以棕红色、暗棕红色泥岩为主夹灰绿、黄绿色泥岩及薄层砂、砾岩。吴宁寨剖面的下部和上部以灰色、灰黑色、灰绿色泥岩为主，而中部以棕色、棕灰色泥岩为主。暗色泥岩中富含炭屑。剖面中普遍夹泥灰岩和砂、砾岩薄层，横向变化稳定。泥岩块状层理为主，次为水平层理及纹层层理。粉细砂岩具交错层理，层面上常见波痕，并有虫迹。

(3)浅—半深湖相：民参1井上岩组1860～2379米井段、下岩组4436～4802.5米井段的暗色泥岩为浅—半深湖相沉积，岩性以灰色、棕灰色泥岩为主，次为浅灰色、灰绿色泥岩。泥岩中普遍含星散状黄铁矿晶体，局部的黄铁矿晶体富集成层状或脉状。泥岩以水平层理为主。2156～2226米含硬石膏及方解石斑块。

四. 构造

(一) 区域构造研究概况

对于民乐盆地的区域构造属性，历年来的研究者多以槽台学说观点进行探讨。

1954年104队王庆华等认为，民乐盆地属祁连山北麓边缘洼地褶皱断裂带的一部分。

1955年301队陈顺昌认为，民乐盆地属祁连地槽褶皱系的山前凹陷。依据是：重力场反映在 −300毫伽线以南地区，重力值呈有规律的往南下降，在张掖莺落峡附近和大马营南，重力线分别向南弯曲，形成祁连山山前带。在这一区域内未发现磁异常，这一现象是山

前凹地所应有的特征。

1956 年 103 队伍治军等认为，民乐盆地四周皆为南山系变质岩。南面有南山（ 祁连山北缘 ）大断裂，北有龙首山南麓大断裂，因此民乐盆地是山间盆地。

再根据 1956 年 702 队无穷大高电阻层顶部等高线图来看，盆地基底在中部偏南一带最深，四周较浅，有南北对称之势。沉积岩中部厚四周薄，岩相四周粗而中部细，也说明盆地具有山间盆地的特征。

1956 年 103 队王寿庆等则认为民乐盆地属北祁连地槽褶皱系的山前拗陷盆地，盆地走向北西西，与祁连山平行。

1957 年 103 队伍治军等从地层接触关系和构造研究着眼，更加深入地探讨了民乐盆地的性质，认为民乐盆地位于祁连地槽褶皱带— 海西宁陆台中。它包括海西宁的褶皱山山前拗陷带及山间盆地带的一部分，后来被燕山运动分割成一些不连续的小断落盆地。现在的盆地是经燕山运动乃至喜山运动改造、统一而成的面貌。

1958 年 102 队刘子晋等人同意伍治军的意见，即民乐盆地是祁连地槽褶皱系— 海西宁陆台中的多旋回山间盆地。但否认是断落盆地或几个断落小盆地组成的说法。

1959 年203队康圣权等认为民乐盆地是在酒泉盆地区域构造的延长线上，同属于祁连山北麓。根据重磁力及无穷大电阻图，认为盆地基底南北不对称，基岩向北抬高，往南下降。盆地的构造和断裂均不发育。构造形态一般为箱状，是过渡区具有的特征，所以认为民乐盆地为祁连地槽山前拗陷。

1973 年甘肃省区测一队在本区工作，他们用地质力学的观点阐述了民乐盆地等区域的大地构造属性问题，认为民乐盆地位于祁吕贺兰山字型构造体系的西翼，是山字型反射弧西翼的一个组成部分；同时认为民乐盆地位于河西系构造体系之中，主构造线走向为北西 20 ° 左右，断裂构造具压扭性的特点。

1983 ～ 1984 年玉门石油管理局研究院勘探室研究了民乐盆地的地层、构造和盆地的形成发育史后，认为民乐盆地属于祁连地槽褶皱系北缘的一个中新生代槽缘盆地。

（ 二 ）区域构造单元的划分

1. 盆地构造单元划分原则

划分含油气盆地的构造单元，应依据地质、地球物理和钻井资料进行综合分析，充分考虑到盆地内不同地区、不同时期地壳运动的基本特点，进行次级构造单元的划分，其划分依据如下：

（ 1 ）基底的时代、结构、岩性、起伏、断裂和埋藏深度。

（ 2 ）盖层层序、沉积类型、厚度及其纵横向变化。

（ 3 ）盖层的构造形态、形成时期、分布规体。

（ 4 ）区域地质发展史。

（ 5 ）构造变动的成因类型。

划分一级构造单元应着重基底的特征；二、三级构造单元的划分应着重盖层的特点和分布规律。

2. 构造带的划分

根据重磁力、电法、地震和地质资料，民乐盆地构造单元划分概述如下。

1955 年 301 队陈顺昌根据重力资料将盆地划分为两个构造单元。① 重力负异常带：在重力图上，以 －300 毫伽线为界进行划分，该线以南地区，重力值有规律的往南下降形成重

力负异常带。在负异常区域内未发现磁异常。本带具山前带的特征。② 重力正异常带：在－300 毫伽线以北，等重力异常线显示不规则，并有圈闭存在，呈明显的区域性正异常，并出现了强度在 200 伽马左右的磁异常多处。

1956 年，103 队、106 队、702 队等，根据地面构造并结合 1955 年 301 队的剩余重力图和区域构造等资料综合分析，将民乐盆地分为三个构造带。即① 祁连山北缘前山褶皱带：位于祁连山北麓，盆地南缘以南山大断裂为界。本带地层大部分已出露地表，白垩系、白杨河组均有构造存在，但无勘探价值。② 中央拗陷带：位于前山褶皱带与北部褶皱带之间，基岩埋藏较深，最深可达 3400 米。李寨子基岩隆起位于此带。③ 北部褶皱带：位于中央带之北，龙首山南缘。基岩埋藏浅，白垩系、第三系明显减薄。永固背斜构造、东乐隆起和高寨子构造均位于该带上。

玉门石油管理局研究院根据 1985 年民乐盆地勘探成果，并参考重力资料，认为西部和东部基底埋藏浅，上覆沉积岩厚度薄。中央部分基底埋藏深，上部沉积岩厚度大。根据上述特征，将盆地分为三个一级构造单元（图 5－3－5）。

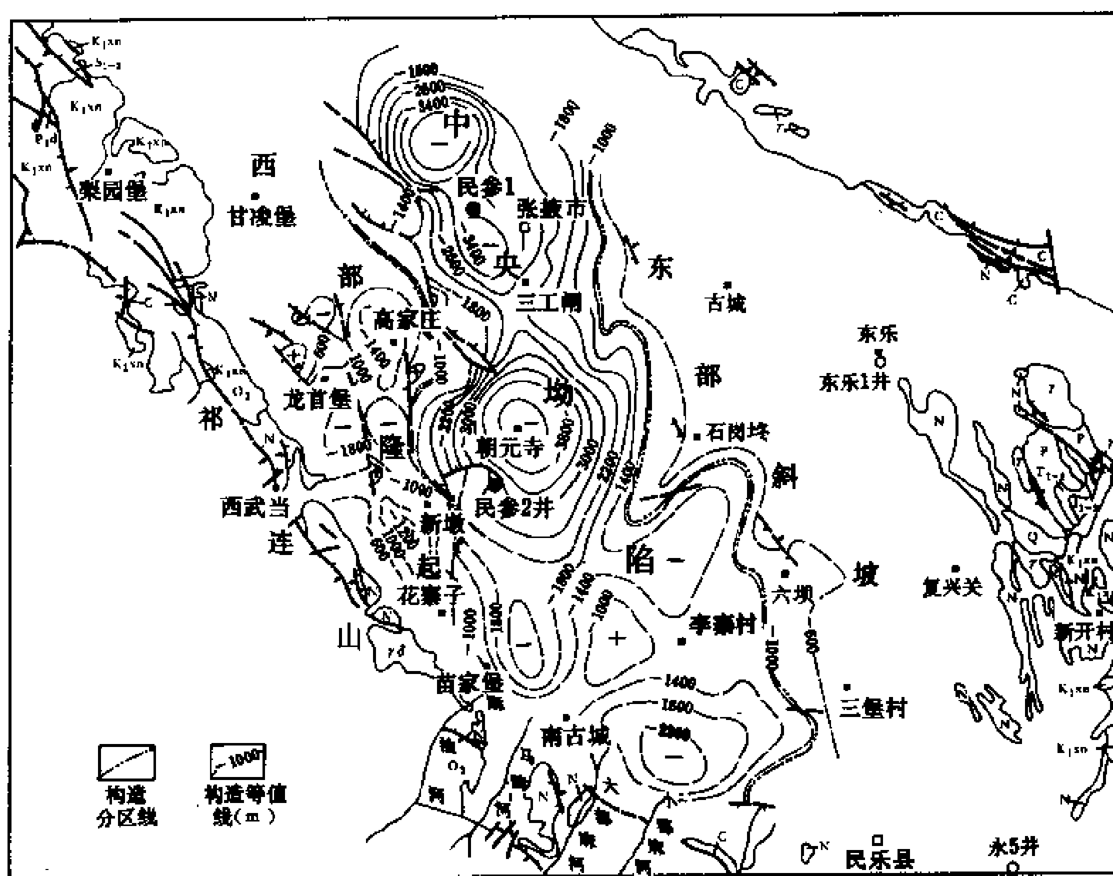


图 5－3－5　民乐盆地构造分区图

（1）西部隆起：位于祁连山山前覆盖区，面积 1250 平方公里，基岩埋深 2500～3000 米左右。中生代地层薄，推测基岩主要由奥陶、志留系组成，其次为石炭、二叠系。

（2）东部斜坡：位于中央拗陷以东，龙首山南麓的覆盖区，面积1700平方公里左右。基岩最大埋藏深度约2500米左右，基岩由南西向北东抬升，构成单斜构造，从现有资料看，构造比较简单。

（3）中央拗陷：位于西部隆起与东部斜坡之间，面积2100平方公里，基岩最大埋藏深度5500～5800米左右。根据基底古地形特征，又分为五个次一级构造单元。即① 张掖凹陷：位于中央拗陷的西北部，面积约500平方公里。基岩埋深约5500米，下白垩统最大厚度3000～3800米。凹陷中已钻参数井1口——民参1井，证实第三系间泉子组储集条件较好，发现两套生油层。② 朝元寺凹陷：位于中央拗陷带的东南部，面积约340平方公里。基岩最大埋深5800米，下白垩统最大厚度3000米（图5－3－6），据地震资料解释的第一套生油层在朝元寺凹陷有增厚的趋势，而且上覆第三系比张掖凹陷加厚400～800米。因此，预测朝元寺凹陷生油岩向油气转化的条件比张掖凹陷优越。③丰乐凹陷：该凹陷由于测线密度稀、地震资料品质差，故凹陷范围、结构、埋深都不清楚。④三工闸低凸起：位于张掖凹陷和朝元寺凹陷之间，面积约70平方公里。基底最大埋深约3900米。凸起由两个鼻状潜山组成，西部为断鼻潜山，轴向北东；东部为鼻状潜山，轴向南西，两者之间为一鞍部。早白垩世早期凸起露出湖水面，分隔上述两个凹陷，在早白垩世的中后期淹没于水下，接受白垩系沉积，两凹陷水体连通，成为统一的整体。⑤ 李寨子凸起：位于朝元寺凹陷和丰乐凹陷之间，基底埋深约2800米。其西部和东部也有两个白垩系的小凹陷。

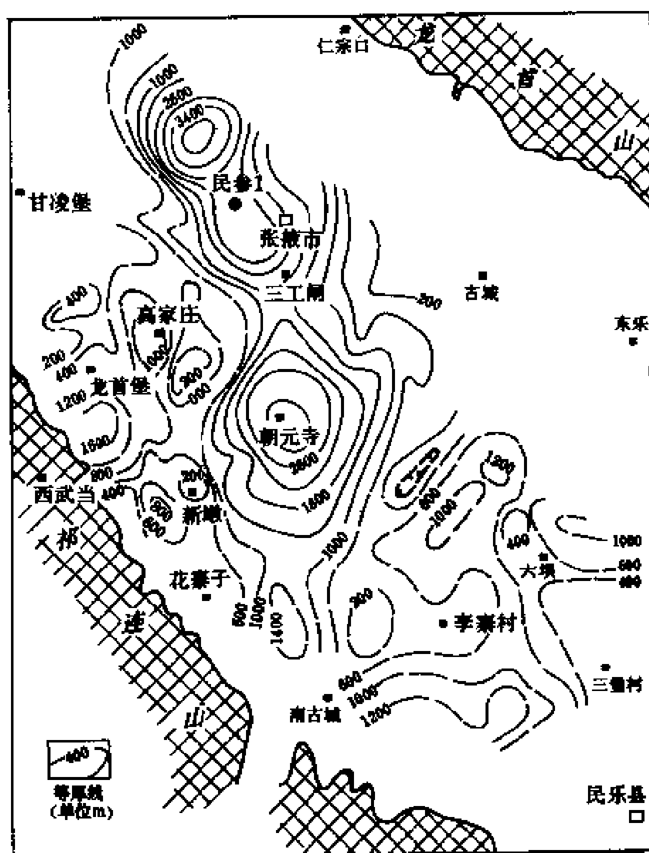


图5－3－6 民乐盆地下白垩统厚度图

向东可能存在永固凸起和霍城凹陷，因勘探程度很低，在此不作叙述。

（三）局部构造

1. 地面构造

1954～1958年在民乐盆地开展地质普查、详查和构造细测时，发现了许多构造，分为半倾没背斜、鼻状构造和背斜构造等（表5－3－4）。

当时对永固背斜评价很高，钻遇地层主要是上第三系疏勒河组（11口井），钻遇白杨河组和白垩系的各1口井，均未发现油气显示。

其他构造因目的层已出露地表，无进一步工作的价值。

2. 潜伏构造

表 5－3－4 民乐盆地地面构造表

构造要素 / 构造名称		轴向（度）	轴长（km）	北翼倾角	南翼倾角	轴倾角	闭合面积（km^2）	轴心[1]地层
大黄山西北半倾没背斜		290		25～8°	14～35°	西倾 25°	14	LP
峡子山东南半倾没背斜			4.0	17～28°	3～6°	东倾3°	20	LP
刘庄东南 1.5km 半倾没背斜		285	1.5	16～45°	10～32°	西倾	0.8	Cr_1
王家庄鼻状构造		280		15～20°	12～14°	东倾 5°	3	Cr
榆树沟鼻状构造		140～230		4～5°	6～32°	西倾	/	Cr
孙家台半倾没背斜		110～160		25～50°	20～35°	西倾 30°	10	Cr
高寨子鼻状构造		120		7～2°	10～12°	西倾	/	Cr
永固构造	地面	134	11		5～12°	E 5°W10°	43	
	井下	135～140°	18		7～8.5°	3～7°	36	
六沟口背斜				ES38°	WS51°			
大都麻半倾没背斜		120	7	25～33°		西倾 8～9°	40	LP

① 地层代号为原作者代号。

1955 年重磁力勘探发现四排重力异常带和 20 个重力高（表 5－3－5）。1956 年 702 队进行地面电法勘探时，又一次肯定了 31、40 号重力高的存在，并分别重新命名为李寨子基岩隆起、赵岗寨基岩鼻状隆起。还新发现了东乐基岩隆起。

当时认为东乐隆起、李寨子隆起有一定的勘探价值，遂在东乐隆起钻井 1 口，井深 846.55 米，于 794.0 米进入二叠系，未发现油气显示。

1958 年 102 队从二级构造带研究着眼，评价了中央拗陷带的重力高（包括第二、第三重力异常带），认为均系基岩引起．该带沉积岩厚度大，有生油层存在的可能，是油气勘探的有利地区之一。

民乐盆地自 1981 年重新开展石油地质勘探和综合研究以来，截止 1985 年共发现局部构造 7 个，6 个集中在白杨河组中，其中圈闭构造只有 3 个，而且构造面积小、幅度低．中生代地层中尚未发现圈闭构造。基岩中由于基底地震资料品质差，比较落实的潜山只有 1 个（表 5－3－6）。

表 5-3-5 民乐盆地重力高异常表

异常带	重力高	产状要素					位置	引起构造地质因素
		幅度米盖	轴向	长轴(km)	短轴(km)	面积(km^2)		
I	21	1.0	NW		3		酥油河旁	花岗岩或砾岩
	22	1.5	SN	6	4	24	大都麻河旁	基岩或砾岩
	23	0.5	SN	12	4	48	海潮坝河旁	基岩或砾岩
	24	0.5	NW	3	2	6	洪水河旁	砾　岩
	25	> 0.5	NW	3	2	6	民乐县城东南25公里	地层褶皱
	26	> 0.5	EW	2	1	2	总寨东2公里	地层褶皱
	27	> 0.5	NE	6	4	24	马营东南4公里	砾　岩
	28	> 0.5	NE	5	3	15	甘泉子东南10公里	砾　岩
	29	> 0.5	NW	5	1	5	甘泉东南14公里	砾　岩
II	30	1.0	EW		4		花寨北10公里	潜伏构造
	31	1.0	NW	13	4	52	李寨子西	潜伏构造
	32	2.0	NW		5		翟　寨	永固构造向西北延伸
	33	0.5	等轴	3	3	9	毛城东北5公里	
III	34	1.0					下花寨子村	基　岩
	35	0.5	NW	4	1	4	新沟南7公里	基　岩
	36	1.0	NW	3	2	6	六坝西北2公里	基　岩
	37	0.5	NW	8	4	32	西鸡鸽堂村	基　岩
	38	1.0	NW	9	3	27	六坝北10公里	基　岩
IV	39	0.5	NW	2	1	2	柴家庄	基　岩
	40	1.0	NW				上关南5公里	基　岩
东乐隆起			NW	5.5	4.5	25	东乐南5公里	基　岩

表 5-3-6 民乐盆地局部构造表

构造名称	地震层位	圈闭类型	构造要素				海拔（m）			高点位置		可靠程度
			长轴(km)	短轴(km)	闭合面积(km^2)	闭合幅度(m)	高点	低点	地面	测线	桩号	
龙首堡	T_5上	断鼻	8.5	2.6	未闭合	/	150.0	75.0	1685.0	82-5	6.5	待落实
	T_5	断鼻	8.3	3.3	未闭合	/	50.0	-175.0	1677.0	82-15	7.0	待落实
高家庄	T_5上	断鼻	7.5	1.7	8.0	215.0	-110.0	-225.0	1614.0	84-5	14.0	可靠
	T_5	断鼻	6.4	1.1	4.0	100.0	-350.0	-450.0	1614.0	84-5	14.0	可靠
柏家沟	T_5上	挠曲鼻状	5.0	4.5	未闭合	/	-330.0	-600.0	1580.0	84-21	16.0	较可靠
	T_5	挠曲鼻状	5.5	4.0	未闭合	/	-600.0	-1000.0	1580.0	82-7	17.0	较可靠
三工闸	T_5上	背斜	2.4	1.9	3.6	60.0	-290.0	-350.0	1503.0	84-17	26.5	较可靠
	T_5	鼻状	7.0	4.0	未闭合	/	-575.0	-800.0	1503.0	82-6	49桩号东1公里	较可靠
韩寨	T_5上	断鼻	3.7	1.5	3.8	115.0	-260.0	-375.0	1505.0	82-19	33.0	较可靠
	T_5	断鼻	3.5	1.3	3.0	110.0	-490.0	-600.0	1505.0	82-19	33.0	较可靠
孟家庄南	T_5上	鼻状	6.0	3.8	未闭合	/	-300.0	-525.0	1750.0	83-4	69东	较可靠
	T_5	①鼻状	4.5	2.0	未闭合	/	-650.0	-725.0	1790.0	81-3/82-2	交点东	较可靠
		②鼻状	6.5	3.0	未闭合	/	-625.0	-900.0	1800.0	83-4	70.0	较可靠
新墩	T_5上	鼻状	4.0	3.0	未闭合	/	-75.0	-275.0	1870.0	83-11/83-2	交点东	较可靠
	T_5	鼻 状	4.5	3.0	未闭合	/	-450.0	-625.0	1870.0	83-11/83-2	交点东	较可靠
	T_g	潜山	5.0	2.5	10.0	300.0	-600.0	-900.0	1800.0	83-11/83-2	交点	可靠

现将局部构造描述如下:

(1)高家庄断鼻构造: 位于长约9.5公里的逆断层上升盘一侧，断面北东倾，由上第三系间泉子段组成。构造面积、闭合幅度上大下小。砂层底部构造面积约4平方公里，闭合幅度100米；砂层顶部构造面积8平方公里，闭合幅度215米。构造形成于中新世末期(图5-3-7)。

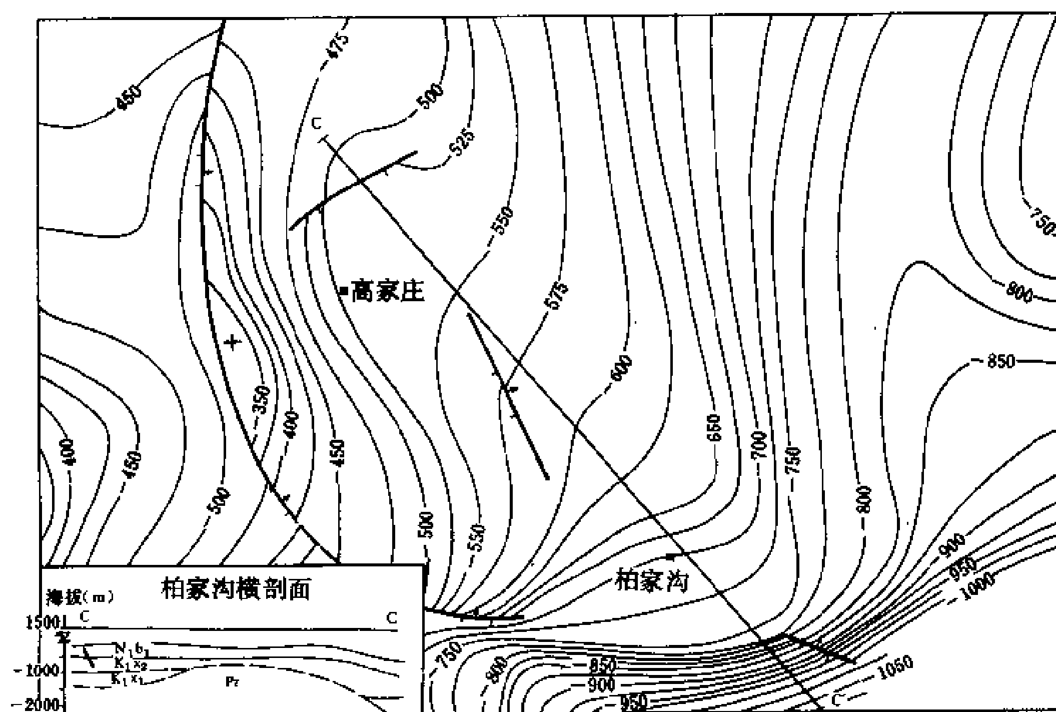


图5-3-7 高家庄、柏家沟白杨河组底面构造等高线图

(2)韩寨断鼻构造: 位于向南西倾的长约13.5公里的逆掩断层上升盘一侧，由间泉子段组成。砂层底部面积3平方公里，闭合度110米；砂层顶部面积3.8平方公里，闭合度115米。轴向北西。距朝元寺凹陷约5公里。储、盖层条件良好(图5-3-8)。

(3)柏家沟挠曲构造: 此挠曲构造为等值线密集带，高点和低点在宽1公里的范围内，幅度差约300米左右，挠曲带长约5公里。中新世末期形成挠曲构造的雏形，上新世早期继承了中新世的特点、直到上新世末期形成现今的面貌。盖层条件良好。储集层条件优越，间泉子段砂层明显增厚。近油源，位于朝元寺凹陷的边缘，捕油条件优越。由于测网密度对构造的控制不够，有待进一步落实(参见图5-3-7)。

(4)孟家庄南鼻状构造: 是一个区域性的鼻状构造，上倾方向未圈闭，下倾方向位于朝元寺凹陷之中，其上发育了一个圈闭面积1.7平方公里的构造，但闭合幅度很低(图5-3-9)。

(5)三工闸背斜构造: 是在三工闸区域性鼻状构造背景上发育起来的一个背斜圈闭，白杨河组间泉子段顶部圈闭面积3.6平方公里，闭合度60米；间泉子段底部未形成圈闭。构造位于张掖、朝元寺凹陷之间，近油源，捕油条件优越，储、盖层条件良好(见图5-3-8)。

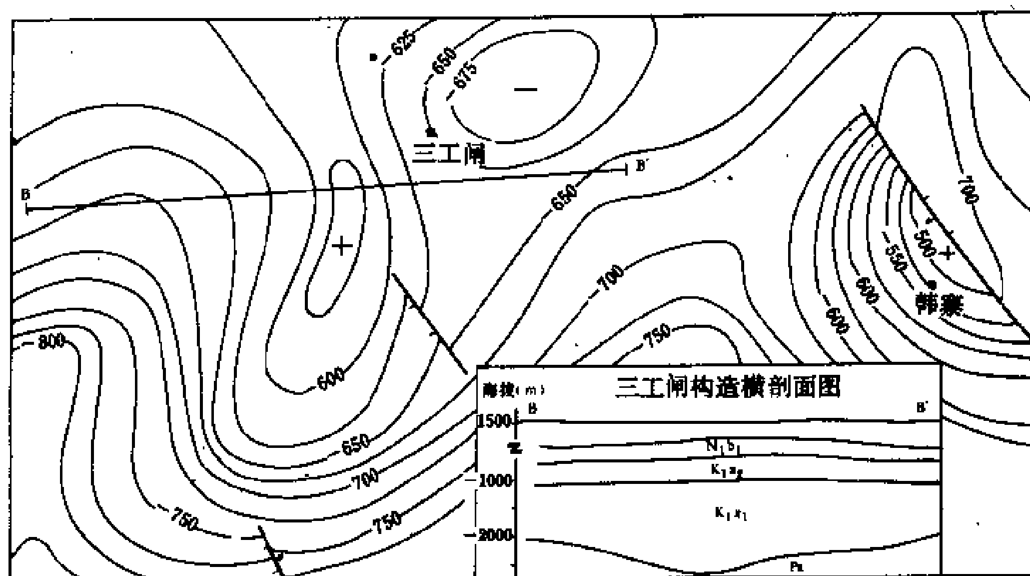


图5-3-8 三工闸、韩寨构造白杨河组底面构造图

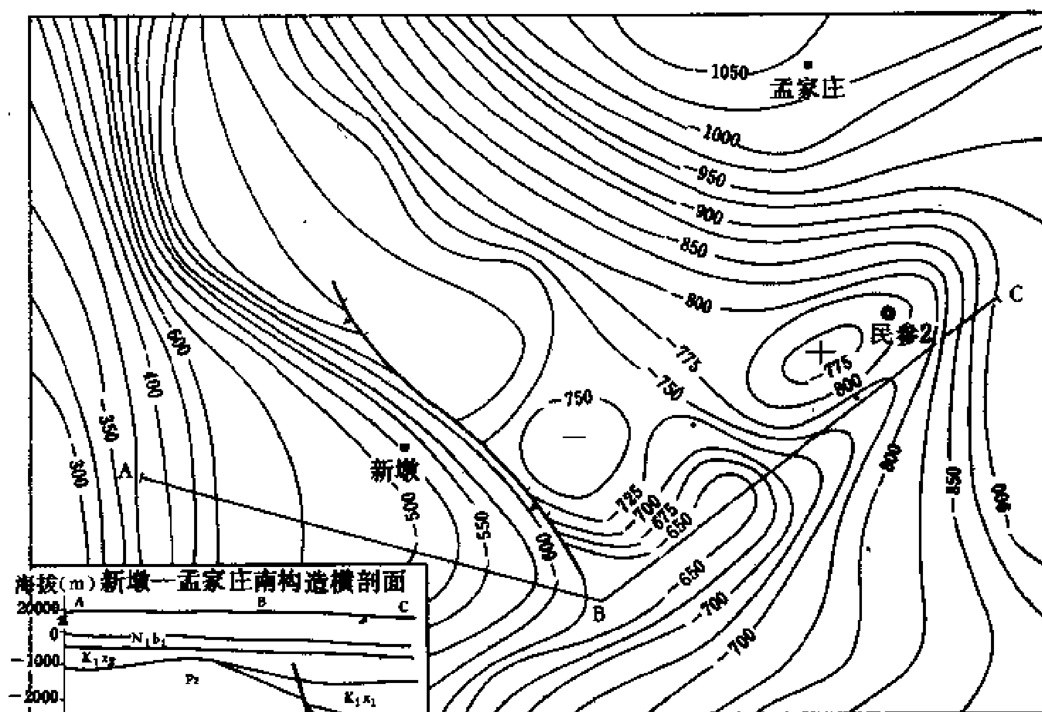


图5-3-9 孟家庄南鼻状构造白杨河组底面构造图

（6）新墩构造：是一个潜山构造。¥上覆间泉子段鼻状构造是孟家庄南鼻状构造的一部分。下伏为基岩凸起，面积约10平方公里，闭合幅度约300米，凸起可能由石炭或二叠系组成。临近朝元寺凹陷。潜山上覆白垩系薄，是白垩纪时的古潜山（图5－3－10）。

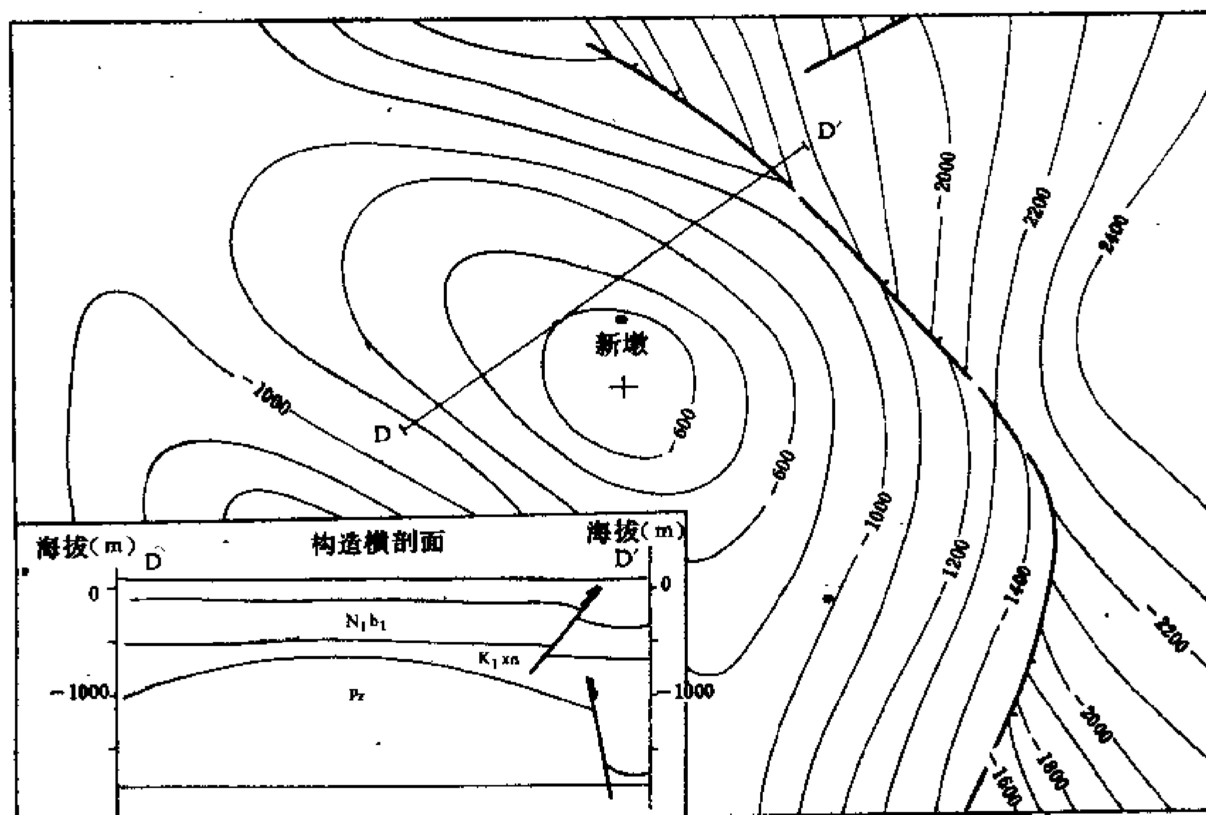


图5－3－10 新墩构造白垩系底面构造图

预测本构造可能还有岩性圈闭，如河流砂岩体、水下扇和洪积扇砂体等。白垩系超覆沉积还可能形成地层圈闭。

（四）民乐盆地的形成与演化

民乐盆地是祁连地槽褶皱系山前的一个中新生代的拗陷盆地成槽缘盆地的观点，已被广大石油地质工作者所接受。对于盆地的形成与演化历史，前人在盆地工作时都作过一些探讨，现将其主要观点记述如下。

1954年103队根据地层及其接触关系推论，寒武—志留纪时本区为一地槽，海水广泛侵入，沉积了厚度达数千米的海相碎屑岩建造。志留纪末期的加里东运动使地槽回返，并伴有中酸性、基性岩浆喷发及触性火成岩使人。地槽时期的沉积受到区域变质和接触变质的影响。石炭纪早期本区海水再次侵人。由于地壳升降运动频繁，沉积了一套海陆交互相的碎屑岩建造及煤系地层，石炭纪末期海水退出。二叠系为一套陆相碎屑岩沉积。二叠系末期的海西运动使地壳上升。三叠纪地壳下降，在山前和山间地带沉积了三叠系。三叠纪末期的印支运动，使祁连地槽褶皱系上升，北缘相

对下降，民乐盆地初具雏形。燕山期盆地进一步下降，沉积了侏罗、白垩系河、湖相碎屑岩建造。白垩纪末期的合黎山运动，地壳又一次上升。喜山期地壳再次沉降，由于气候干燥，沉积了第三系 红色碎屑岩建造。第三纪末期的喜马拉雅运动;使整个祁连山再次升起，造成现今之构造面貌。

1956 年 103 队王寿庆认为，古生代初期祁连山为一大地槽，泥盆纪末期的华力西运动使下古生界的巨厚沉积地层隆起成山，同时伴随基性及酸性火成岩侵入。在动力作用和区域变质作用的影响下，岩石变质。石炭纪时海水又一次侵入，沉积了海陆交互相地层。石炭纪末期的海西运动海水退出，从此本区进入陆相发育阶段。在低洼处有二叠、三叠、侏罗系陆相沉积。燕山运动形成深谷与洼地，堆积了白垩系与第三系之沉积物，喜马拉雅运动形成现今面貌。

我们认为，民乐盆地的形成与演化史大体可分为三大发育阶段（图 5－3－11）。

1. 地槽发育阶段（加里东期）

震旦纪后形成合黎山—龙首山南缘大断裂。断裂向东延伸近千公里，构成了华北地台与祁连地槽两大构造单元的分界线。古生代开始，此界南北进入不同性质的构造发育阶段。南部进入地槽发育阶段，形成北祁连地槽，寒武—奥陶纪时沉积了一套以海相碎屑岩为主夹火山喷发岩的地层，并伴随有酸性和基性—超基性岩浆侵入。晚奥陶世为整个北祁连地槽发育的全盛时期，海侵范围最广，沉降最深，沉积岩厚度最大，达 3700 米以上。

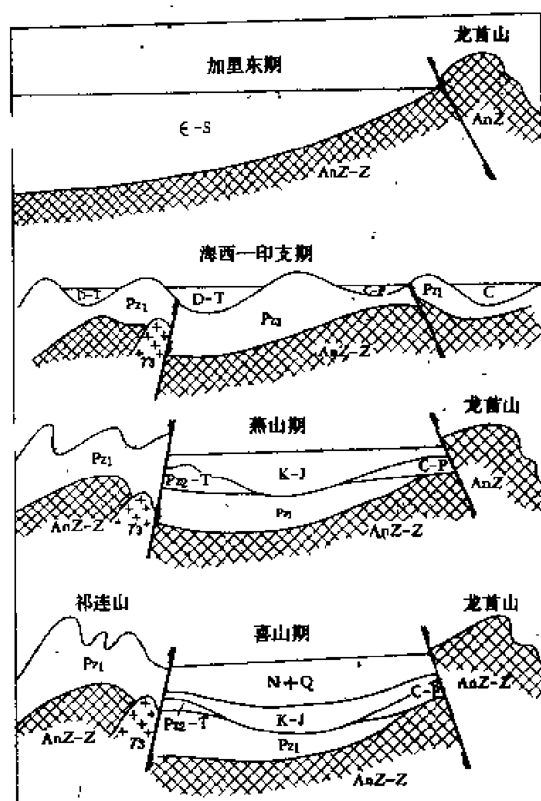


图 5－3－11 民乐盆地构造演化阶段示意图

志留纪开始该区地壳上升，沉积了一套以海退碎屑岩为主的地层。缺失上志留统。志留纪末期的加里东运动是本区地质构造史上一次极为重要的地质事件，其褶皱、断裂运动的强度之大，波及范围之广，岩浆活动之频繁和剧烈都是空前的。它塑造了北西—北北西向的构造格局，结束了地槽的发育历史，形成了祁连山北缘大断裂，奠定了民乐盆地早期的构造格架。

2. 地台发育阶段（海西—印支期）

从海西构造旋回开始，北祁连地槽褶皱系又复沉降，海水再次侵入，形成陆表海。早石炭世为海相沉积，中、晚石炭世为海陆交互相沉积。石炭纪时生物繁盛，有机质丰富，具较好的生油条件。从二叠纪开始，海水完全退出本区。二叠系为陆相河湖碎屑岩沉积。三叠系为红色粗碎屑岩建造。石炭、二叠系与三叠系为整合或假整合接触，说明海西运动在本区表现以升降运动为其特征。

三叠纪末期的印支运动，挤压褶皱和断裂运动比较强烈，祁连地槽褶皱系北缘断裂再次活动，断裂带南部进一步上升隆起遭受剥蚀，北部相对下降形成负地形，河西走廊带初步形

成，民乐盆地初具雏形。

3. 盆地发育阶段（燕山一喜山期）

燕山构造旋回是盆地发展的重要阶段。侏罗纪以断裂运动为特征，沉积以充填为主，沉积物为河、湖、沼泽相的含煤碎屑岩建造。早白垩世盆地范围扩大，初期仍以断陷充填沉积为主，盆地边缘地区沉积粗粒的砂砾岩，盆地内部则为泥岩。早白垩世中晚期，以拗陷为主，湖盆范围进一步扩大，是民乐盆地生油层系发育的重要时期。

早白垩世末期，本区整体上升遭受剥蚀，缺失晚白垩世和早第三纪的沉积。

从晚第三纪中新世开始，在燕山期盆地的基础上，叠置了以红色碎屑岩建造为主的沉积盆地。盆地范围进一步扩大，晚第三纪沉积了一套洪积，河湖相为主的地层。

第四纪为洪积、山麓相堆积时期。

喜山构造旋回是盆地发展历史中极其重要的地质事件，其一是在白垩纪地层之上沉积了厚度达 1800 — 2600 余米的第三纪地层，为油气的形成转化提供了良好的地质条件；其二为油气的运移、聚集准备了构造；其三使第四纪以前的地层再次经受褶皱和断裂，形成了现今盆地的构造格局。

五、含油气地质特征

（一）生油层

1. 前人对生油问题的意见

1954 年以前对民乐盆地的生油岩未作过地球化学分析，只作了一般的评价。

1954 年前王曰伦提出上石炭统太原组有生油条件。

1954 年 104 队王庆华在对盆地石油勘探远景评价中认为，石炭系虽然为浅海相沉积，但因地层分布零星，又有火成岩及区域变质作用的影响，有机质被破坏，对生油不利。在调查区内惠回堡群为红色地层，不可能有大量生物存在，对生油仍然是不利的。

同年 103 队在总结与建议中认为石炭系臭牛沟组和太原组是浅海相沉积，含大量海洋生物，有生油的可能，但未发现油迹。

1955 年 101 队张俊杰等在总结与建议中认为下白垩统、侏罗系和石炭系为盆地中的可能生油层系。

1956 年 103 队伍治军等认为石炭、侏罗和白垩系生油的可能性是存在的。

2. 目前对生油问题的认识

通过地面地质调查，并与酒泉西部盆地的生油地层对比，认为民乐盆地的白垩系和石炭系具备生油条件。

（1）石炭系的生油问题

石炭系为海相或海陆交互相地层夹可采煤层。富含动植物化石，有机质丰富。北祁连山北缘出露厚度大于 603 米，未变质或只有轻微变质。从地震剖面资料分析，白垩系以下的楔状地质体很可能是石炭、二叠系，且分布较广。因此，石炭系是不可忽视的生油气层系。

（2）白垩系的生油问题

① 生油条件

民参 1 井下白垩统上岩组（1803 ～ 2379 米井段）的暗色泥岩是盆地的主要生油岩。根据地震资料解释，这套生油岩主要分布在中央拗陷的张掖和朝元寺凹陷，以朝元寺凹陷厚度最大，为 400 ～ 1100 米；张掖凹陷居第二位，厚度 400 ～ 800 米（图 5－3－12）。总面积约 840 平方公里，其中张掖凹陷约 500 平方公里，朝元寺凹陷约 340 平方公里。有效

生油岩厚度在朝元寺凹陷为400 ～1100米，在张掖凹陷为200 ～700 米。

早白垩世的古气候属温带—亚热带气候，有利于生物的繁衍。氯离子含量在0.004 ～ 0.007% 之间，平均含量0.023%，属典型的陆相淡水环境；二价硫含量在0.1 ～ 0.01% 之间。民参1井30% 以上岩样的S^{-2}含量在0.1%左右，而盆地边缘只有0.01 ～ 0.005%，S^{-2}含量由边缘向盆地内部有明显增加的趋势，反映沉积环境由弱氧化到还原环境的变化过程，有利于有机质的保存。

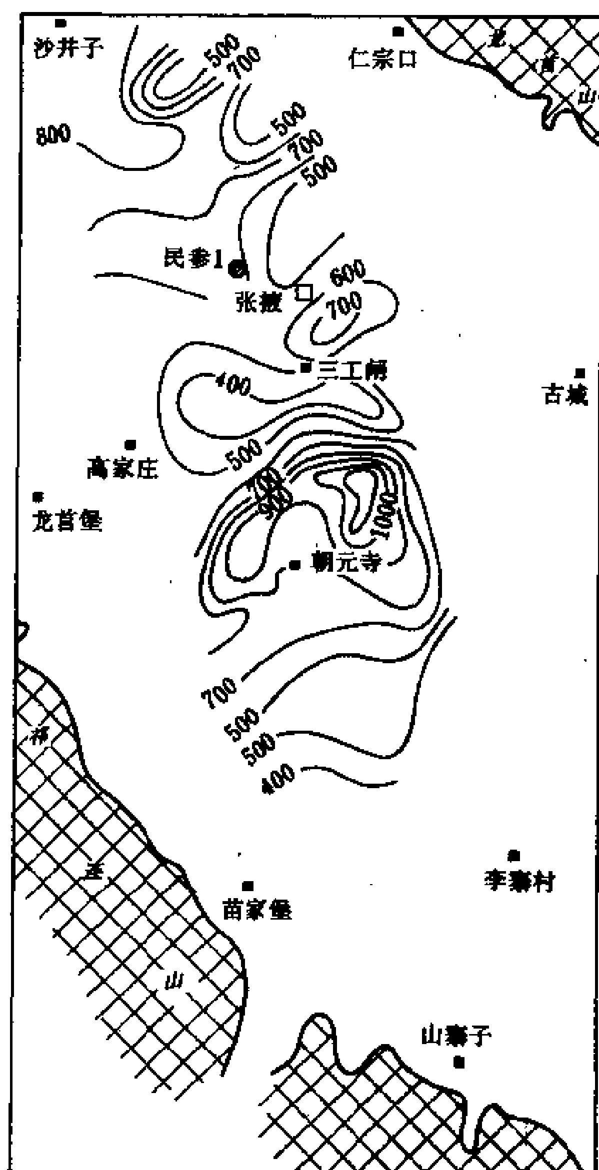


图5－3－12　民乐盆地下白垩统上岩组厚度图
图中等厚线以米为单位

② 生油岩特征

A.有机质丰度：民参1井1803 ～2379米井段，有机碳含量在0.10 ～2.55% 之间，多数样品在0.6 ～ 2%，平均值为1.13%；有机碳含量在纵向上的变化见图5－3－13。氯仿沥青“A”含量在0.0043 ～ 0.1588% 之间，平均值为0.0396%。总烃含量在32.85 ～718.4ppm之间，平均值为221.5ppm。热解产烃潜量（S_1+S_2）在0.05 ～14.64毫克／克之间，众数值为2 ～ 6毫克／克，均值为3.82毫克／克，含量在纵向上的变化如图5－3－14。

4436 ～ 4802.5米井段：有机碳在0.21 ～ 2.8% 之间，平均为1%。氯仿沥青“A”含量在0.0058 ～ 0.0139%之间。热解产烃潜量在80 ～2120ppm之间，平均542ppm。氯仿沥青“A”和热解烃潜量低是因生油岩已过成熟，大部分烃类裂解成干气，因而造成残余的可溶有机质偏低。

根据上述情况，与我国陆相生油岩质量定级标准比较，属较好生油岩（表5－3－7）。

B.生油岩的有机质类型

通过对地面及民参1井干酪根的热解、元素、红外、顺磁分析、镜下观察和可溶有机质分析资料等综合参数的研究，并参照国内对干酪根类型的划分原则，探讨了民乐盆地生油岩的有机质类型及特征。

a.不溶有机质类型及特征

民参1井的各项地球化学资料反映出生油岩为Ⅱ型干酪根。

表 5－3－7　民参1井生油岩与我国陆相生油岩质量标准比较表

地球化学指标	我国陆相生油岩评价标准					民参1井分析数据				备注
	非	差	较好	好	最好	1803～2379m 最小	1803～2379m 最大	平均	4436～4802.5m 平均	
有机碳（%）	＜0.4	0.4～0.6	0.6～1	1～2	＞2	0.10	2.55	1.13	1.0	好
"A"（%）	＜0.015	0.015～0.05	0.05～0.1	0.1～0.2	＞0.2	0.0043	0.1588	0.0396		差
烃含量（ppm）	＜100	100～200	200～500	500～1000	＞1000	32.85	718.4	224.5		较好
S_1+S_2（kg/t）	＜2.0		2～6	6～10	＞10			3.82	5.42	较好

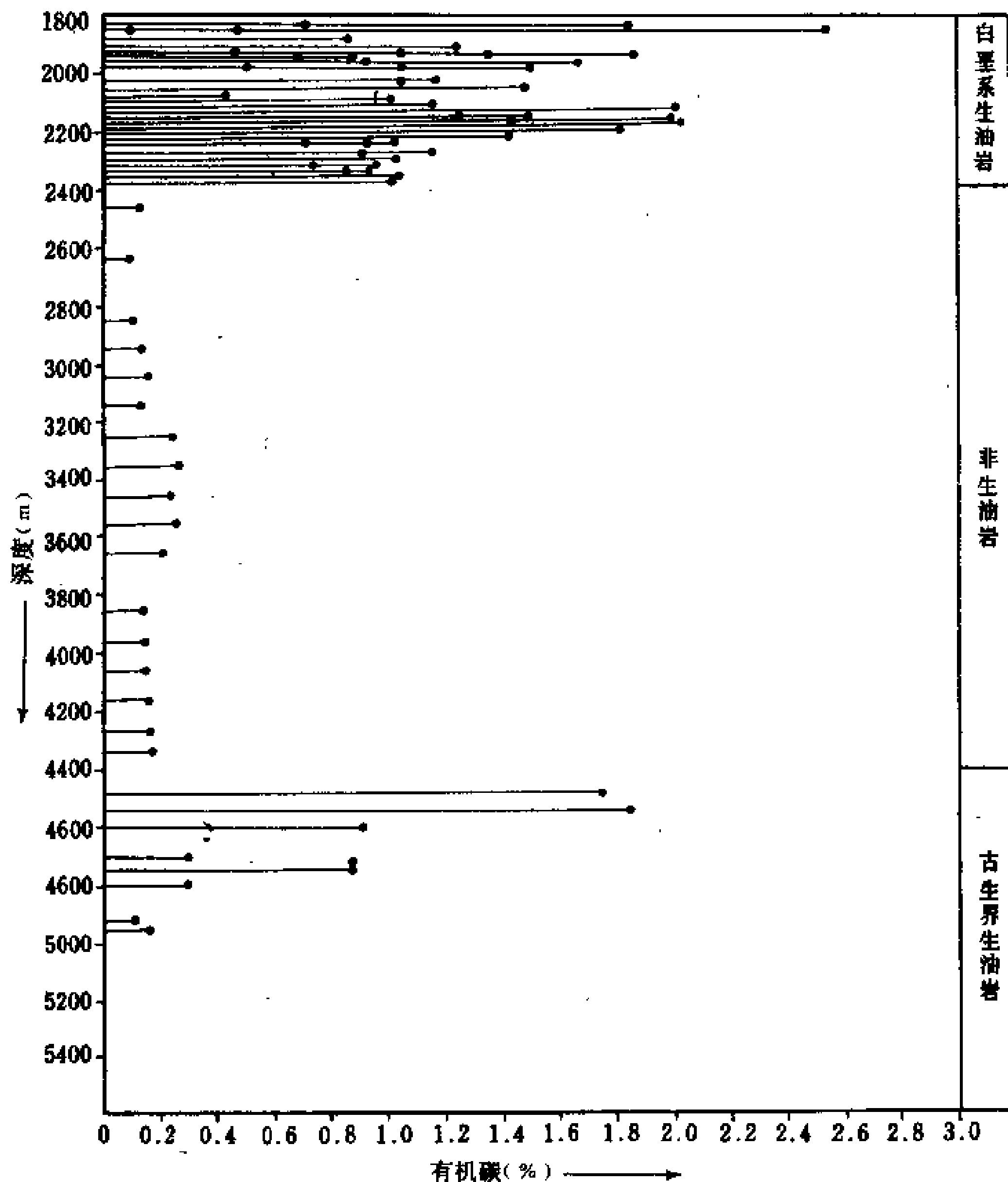


图 5－3－13　民参1井有机碳随深度变化图

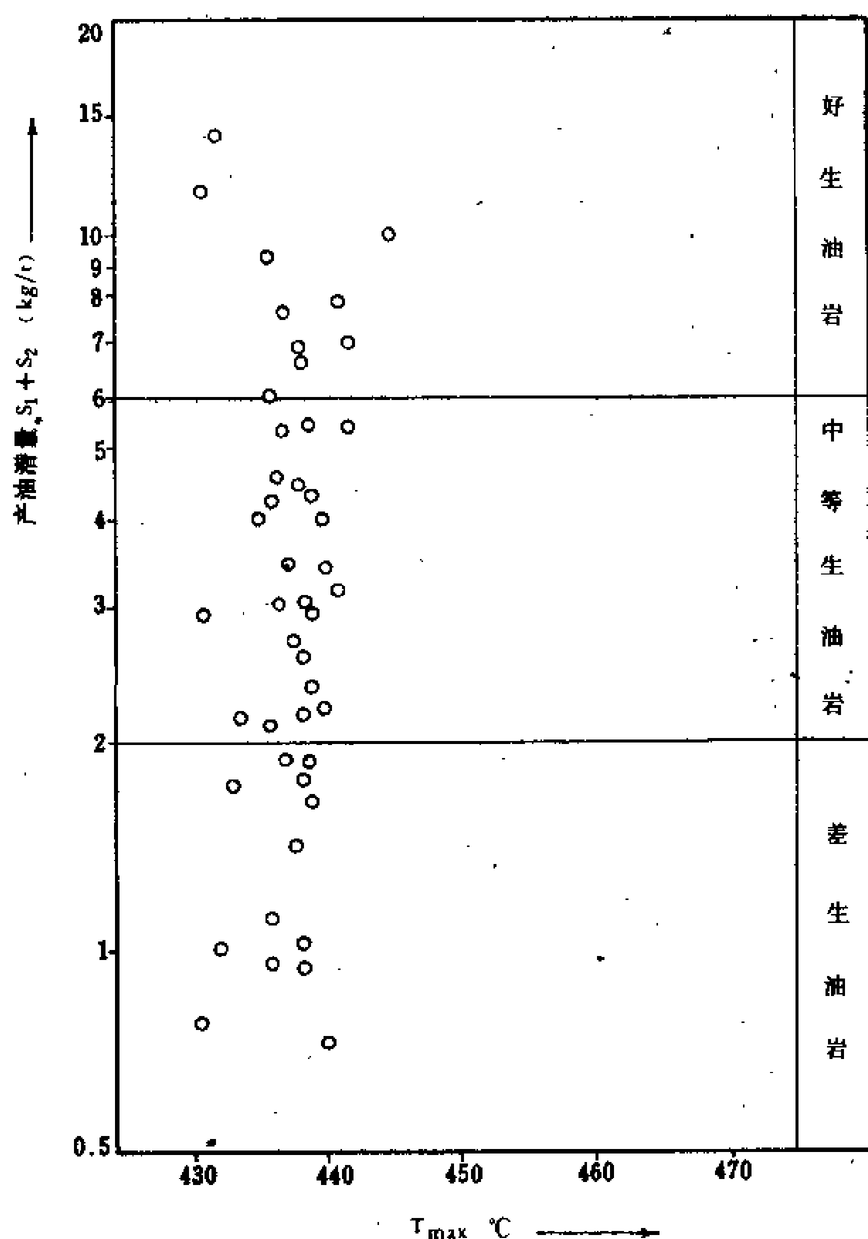


图 5-3-14 民参1井暗色泥岩产油潜量图

干酪根O/C比值在0.1～0.44之间，众数值在0.10～0.23，平均值为0.20；H/C比值大多数样品在1.05～1.26，平均值为1.18。反映有机质类型为$Ⅱ_A$—$Ⅱ_B$型（表5-3-8）。根据H/C、O/C原子比所作的图也反映了相同的结果（图5-3-15）。

干酪根碳同位素δC^{13}值为－22～－30.55%，主要在－26～－30%之间。与松辽盆地Ⅰ类干酪根δC^{13}值－23～－26%相当。

民参1井1803～2379米井段，生油岩裂解氢指数（I_H）众数值在100～400毫克／克之间，平均值为260.5毫克／克；氧指数（I_O）众数值在50～200毫克／克之间，平均值为124毫克／克，反映有机质类型为$Ⅱ_B$型（表5-3-9）。

表 5－3－8　干酪根元素类型表

干酪根元素		H(%)	C(%)	O(%)	H/C	O/C
民参1井	区间值	1.65 ～ 5.92	11.31 ～ 65.43	6.17 ～ 12.91	0.87 ～ 1.78	0.10 ～ 0.44
	平均值	4.05	43.02	10.02	1.18	0.20

表 5－3－9　民乐盆地生油岩 S_2/S_3 与 I_H 、I_O 类型表

有机质类型 ＼ 项目	S_2/S_3	I_O	I_H
Ⅰ 类腐泥型	＞20	4 ～ 40	160 ～ 1180
Ⅱ 类含腐殖腐泥型	10 ～ 20	40 ～ 70	120 ～ 920
Ⅲ 类腐殖、腐泥型	5 ～ 10	50 ～ 90	120 ～ 820
Ⅳ 腐泥腐殖型	2.5 ～ 5	50 ～ 110	100 ～ 750
Ⅴ 腐殖型	＜2.5	110 ～ 1000	5 ～ 420
民参 1 井	3.401	260.5	124

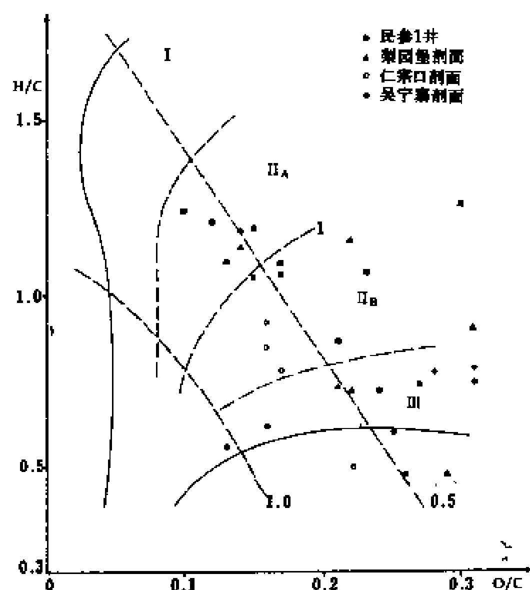


图 5－3－15　民乐盆地干酪根元素类型图

S_2/S_3 的范围值在 0.007 ～ 13.22 之间，众数值在 1 ～ 8，平均值为 3.041（参见表 5－3－9）。S_2/S_3 恢复成原始有机质类型比值 S_0/S_3 并作图，反映了近似的结果（图 5－3－16、图 5－3－17）。

从干酪根 H/C、O/C 原子比图（参见图 5－3－15）中可以看出吴宁寨有机质类型属Ⅲ类，母质来源于高等植物；梨园堡有机质类型以Ⅱ$_A$—Ⅱ$_B$ 型为主，部分为Ⅲ类，母质来源既有水生生物，还有陆源高等生物掺入；民参 1 井有机质类型主要为Ⅱ$_A$—Ⅱ$_B$ 型。从上述资料可以看出，有机质类型由边缘向盆地中央有明显变好的趋势（表 5－3－10）。

民参 1 井干酪根镜下鉴定结果，其类脂体含量于井深 1832.10 ～ 1906.92 米井段为 5.25 ～ 47.5%；1907.68 ～ 2157.36 米为 42.75 ～ 81.25%；2163.4 ～ 2275.5 米为 37%。说明生油岩含类脂体较高。镜质体含量低，在 2 ～ 9.75% 之间，属Ⅱ$_A$ 型为主的干酪根（表 5－3－11）。

表 5-3-10 民乐盆地与松辽盆地干酪根类型对比表

类型＼数据＼地区＼项目		松辽盆地		民乐盆地					
				民参1井		梨园堡		吴宁寨	
		H/C	O/C	H/C	O/C	H/C	O/C	H/C	O/C
Ⅰ类		> 1.40	< 0.10						
Ⅱ类	A型	1.00～1.40	0.10～0.15	1.15	0.15	1.01			
	B型	0.80～1.00	0.15～0.20						
Ⅲ类		< 0.80	> 0.20				0.23	0.72	0.29

表 5-3-11 民乐盆地民参1井与松辽盆地干酪根组分类型划分对比表

有机质类型＼项目		松辽盆地 组分（%）			
		类脂体	壳质体	镜质体	惰性组
Ⅰ类		> 90		< 10	
Ⅱ类	A型	50～90		10～50	
	B型	10～50		50～90	
Ⅲ类		< 10		> 90	
民参Ⅰ井	1832.10～1832.42	47.5	23.75	8.00	20.75
	1906.62～1906.92	5.25	6.75	2.00	86.00
	1907.68～1908.0	67.70	14.35	8.37	9.57
	1910.90～1911.27	63.25	11.00	8.25	17.5
	1985.51～1985.73	81.25	8.25	4.25	6.25
	1989.62～1989.81	42.75	36.25	9.75	11.25
	2163.40～2163.80	37.00	29.75	9.5	23.75
	2157.10～2157.36	71.5	8.25	6.75	13.5
	2275.10～2275.50	37.00	24.25	9.00	29.75

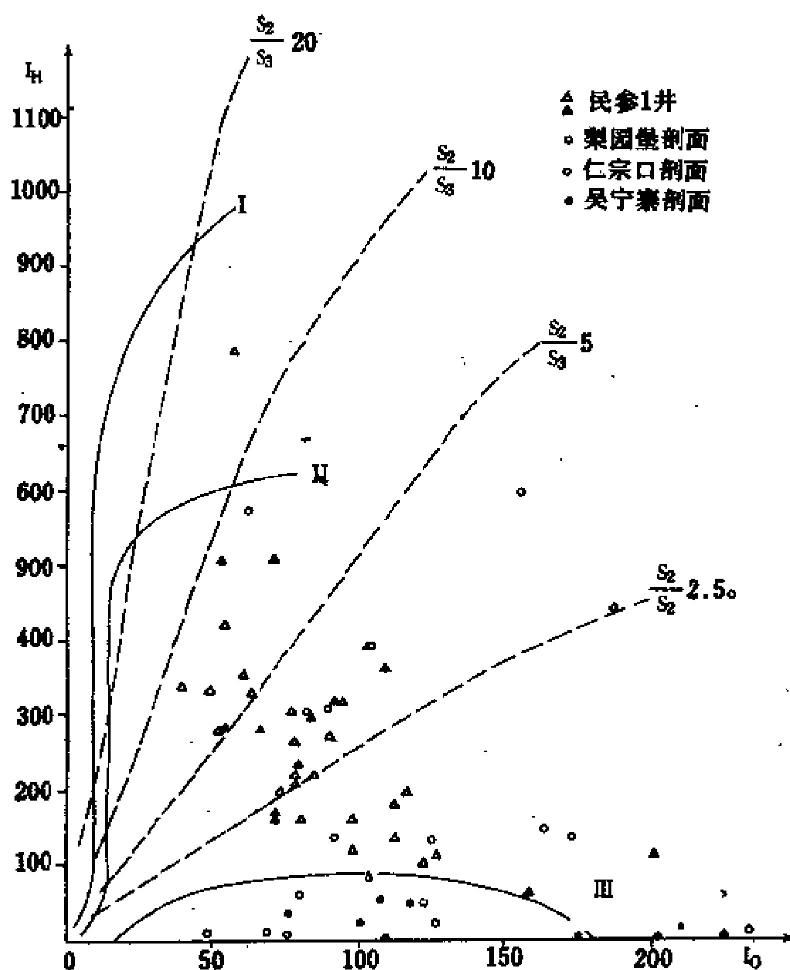


图 5－3－16 民乐盆地生油岩 S_2/S_3、I_H、I_O关系图

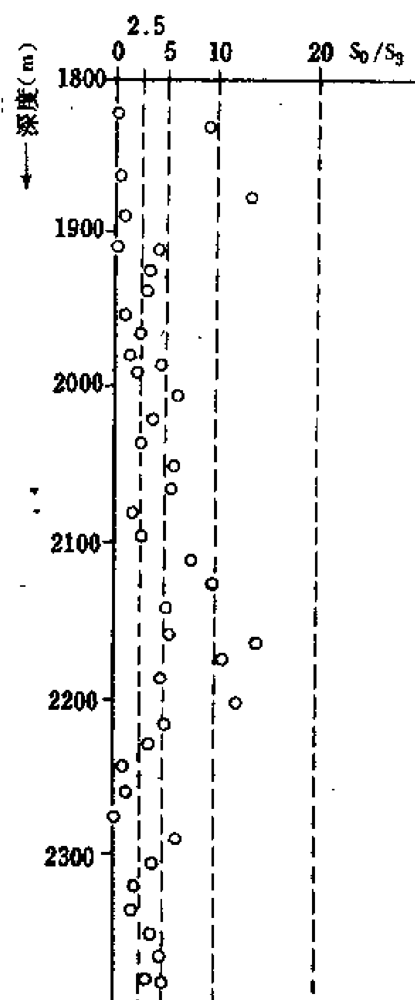


图 5－3－17 民参1井 S_0/S_3 埋深变化图

民参1井 4439.03 ～ 4709.66 米井段，镜下鉴定 4 个样品，有机质类型分别为 Ⅰ 类、Ⅱ$_A$型、Ⅱ$_B$型和Ⅲ类干酪根。

据电镜扫描鉴定民参Ⅰ井 1832 ～ 2379米井段的干酪根以腐泥型为主(表5－3－12)。

干酪根红外光谱分析结果，脂肪族 CH_3 及 CH_2 基团吸收峰(2920cm^{-1}和1460cm^{-1})较强，反映羰基(C＝O)和芳核(C＝C)的吸收峰(1700cm^{-1}和1600cm^{-1})较弱，说明干酪根类型属Ⅱ$_A$— Ⅰ类(表5－3－13)。

b. 可溶有机质类型

生油岩中可溶有机质的丰度和组成，取决于原始有机质类型和演化程度。正因为如此，它又是恢复原始有机质类型的重要指标。

氯仿沥青"A"族组分分析结果：饱和烃含量在20.09 ～ 44.32% 之间，平均值27.69%；芳香烃含量在12.20 ～ 28.02%，平均值为18.16%；非烃＋沥青质含量在

表 5－3－12 民乐盆地民参1井电镜扫描鉴定表

井号	深度（m）	岩性	干酪根类型
民参1井	1832.10～1832.42	深灰色泥岩	腐泥型
	1906.62～1906.92	灰色泥岩	腐泥型
	1907.68～1908.00	深灰色泥岩	混合偏腐泥型
	1910.90～1911.27	深灰色泥岩	腐泥型
	1985.51～1985.73	深灰色泥岩	腐泥型
	1989.62～1989.81	深灰色泥岩	腐泥型
	2157.0～2157.36	灰黑色泥岩	混合型
	2163.40～2163.80	灰黑色泥岩	混合型
	2257.10～2257.50	灰黑色泥岩	腐泥型
	2025.00～2045.00	深灰色泥岩	混合偏腐泥型
	2075.00～2095.00	深灰色泥岩	腐泥型
	2125.00～2145.00	深灰色泥岩	混合偏腐泥型
	2315.00～2335.00	黑灰色泥岩	混合偏腐泥型
	2355.00～2379.00	黑灰色泥岩	腐泥型

表5－3－13 民参1井干酪根红外分析数描与一般类型划分数据对比表

类型 \ 比值		2920/1600 (cm^{-1})	2920/1700 (cm^{-1})	1700/1460 (cm^{-1})	1600/1460 (cm^{-1})
I类		>1.5	>2.5	<1.0	<2.0
II类	II_A类	1.5～1.0	2.5～1.0	1.0～1.5	2.0～3.0
	II_B类	1.0～0.5	1.0～0.5	1.5～2.0	3.0～4.0
III类		<0.5	<0.5	>2.0	>4.0
民参1井	004	3.18	2.67	1.89	1.59
	008	1.88	1.63	2.69	2.33
	009	3.71	3.51	2.33	2.20
	016	3.67	3.27	1.39	1.23
	017	0.96	1.32	2.58	3.57
	平均	2.37	2.22	2.11	2.34

32.97～57.63%，平均值48.05%；饱和烃/芳香烃比值在0.90～3.10之间，平均值为1.62。反映有机质类型为$Ⅱ_A$—$Ⅱ_B$型（表5－3－14）。用氯仿沥青“A”族组分作三角图，也反映了相似的类型，并有少量的Ⅰ类（图5－3－18）。

氯仿沥青“A”红外光谱分析结果，脂肪族CH_3和CH_2的吸收峰相对较强，反映羰基C=O和芳香族C=C基团的吸收峰较弱；1660cm^{-1}的吸收峰不明显或有微弱的吸收峰，说明有机质类型为$Ⅱ_A$—Ⅰ类（表5－3－15）。

民参1井氯仿沥青“A”C/H比值为7.24～8.5，平均为7.95，与表5－3－16中的类型定级标准对比，属$Ⅱ_A$型。

正烷烃碳数分布范围在C_{12}～C_{35}之间，主峰碳以C_{25}和C_{23}，占优势，分别为39%

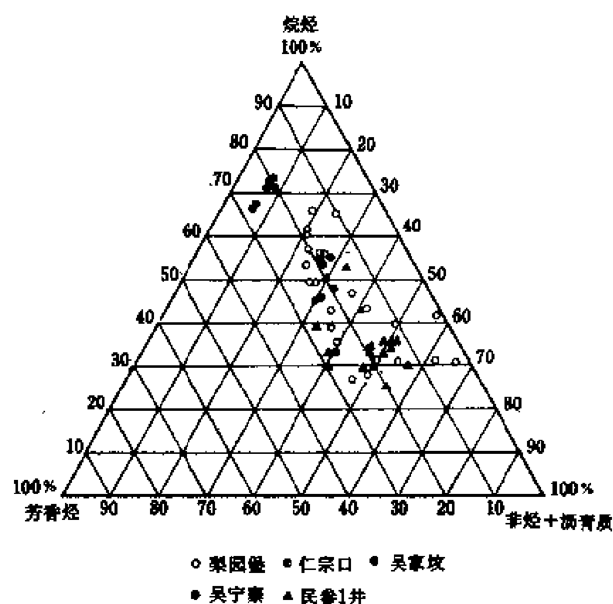


图5－3－18　民乐盆地氯仿沥青“A”族组分三角图

表5－3－14　民参1井氯仿沥青“A”族组分与一般类型划分对比表

类型 \ 族组分		饱和烃（%）	芳香烃（%）	非烃+沥青质（%）	饱/芳
一般盆地	Ⅰ	40～60	15～25	20～40	>3
	$Ⅱ_A$	20～40	5～15	40～60	1～3
	$Ⅱ_B$	20～40	5～25	40～60	1.0～1.6
	Ⅲ	5～17	10～22	60～80	0.5～0.8
民参1井	005	44.32	14.92	32.97	3.10
	012	37.68	28.02	39.13	1.34
	019	25.44	15.90	49.47	1.60
	020	27.73	14.71	51.68	1.89
	014	20.09	20.96	49.43	1.00
	016	24.33	20.91	54.00	1.16
	022	30.65	14.11	50.00	2.17
	023	26.77	12.20	51.97	2.19
	平均	27.69	18.16	48.05	1.62

表5－3－15　氯仿沥青“A”红外数据与一般分类划分数据对比表

类型＼指标			2920/1600 (cm^{-1})	2920/1700 (cm^{-1})	1460/1600 (cm^{-1})	1700/1460 (cm^{-1})	720/1600 (cm^{-1})
一般盆地	Ⅰ类		＞12	＞4	＞5	＜0.5	＞1.25
	Ⅱ类	$Ⅱ_A$型	12～10	4～3	5—4	0.5～1	1.25～0.8
		$Ⅱ_B$型	10～6	3～2	4—3	1～1.5	0.8～0.4
	Ⅲ类		＜6	＜2	＜3	＞1.5	＜0.4
民参1井			17.26～44.52	6.19～15.28	4.61～9.76	0.19～0.60	0.52～2.96

表5－3－16　氯仿沥青“A”C/H比值类型划分表

类型	Ⅰ	Ⅱ		Ⅲ
		$Ⅱ_A$	$Ⅱ_B$	
C/H	6～7.5	7.5～8.5	8.5～9	9～12

和33％，C_{17}占17％；$(C_{21}+C_{22})/(C_{28}+C_{29})$的比值主要范围值在0.63～1.43，平均值为1.34；OEP值1.12～1.19占50％，2.03～3.81占50％。

③有机质的热演化特征及油气演化阶段

A.有机质的热演化特征

吴宁寨生油岩分析了4个镜煤样品，镜质体反射率R_o为1.05～1.14；吴家玫分析了3块样品R_o为0.923～0.966；梨园堡分析了4块样品R_o0.88～1.21，均已达到成熟生油范围。

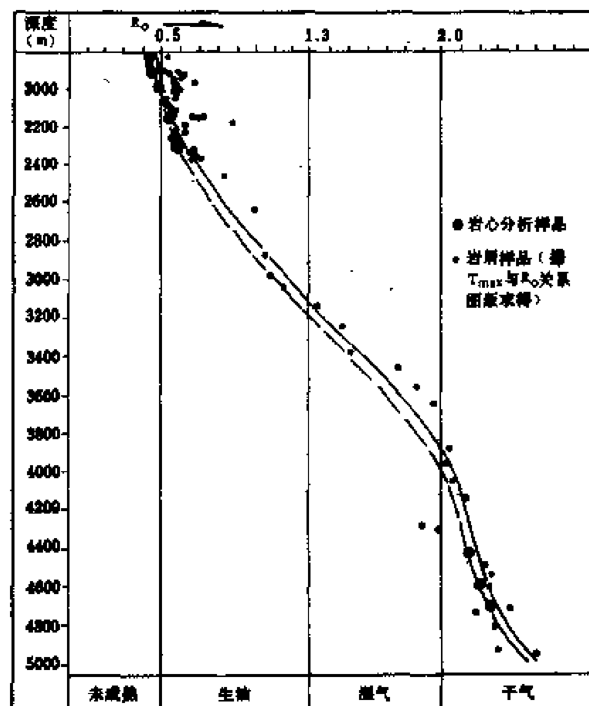


图5－3－19　民参1井R_o随深度变化图

民参1井镜质体反射率R_o与热解最高峰温T_{max}分析结果如图5－3－19、表5－3－17。

从图、表中看出，随着深度的增加，T_{max}升高、R_o增加。1832.1～1832.42米T_{max}峰温为436℃，已达到成油门限温度。但根据镜质体反射率值，井深2157米为0.542，判断成油门限应在2000米左右，两者确定的门限深度相差170米。

表5-3-17 民参1井R_o与T_{max}分析结果表

井 深 (m)	R_o	T_{max} (℃)	井 深 (m)	R_o	T_{max} (℃)
1832.10 ~ 1832.42	0.428	436	2315.00	0.587	/
1910.90 ~ 1911.27	0.450	436	4439.03	2.13	463
1985.51 ~ 1985.73	0.480	438	4593.19	2.20	515
2157.10 ~ 2157.36	0.542	442	4709.66	2.26	/
2275.10 ~ 2275.50	0.570	/	/	/	/

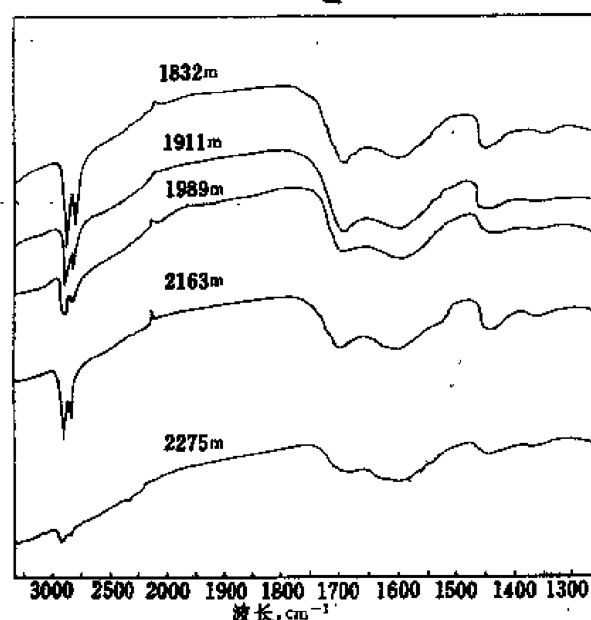


图5-3-20 民参1井干酪根红外光谱图

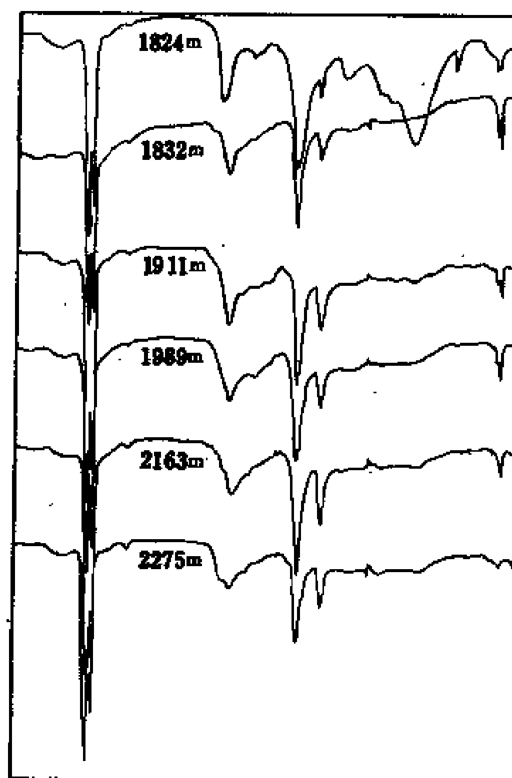


图5-3-21 民参1井氯仿沥青"A"红外光谱图

干酪根红外光谱图和氯仿沥青"A"红外光谱的含氧基团的吸收峰1700cm⁻¹随深度增加有减弱的趋势，但不明显，说明脱氧程度不高；反映脂肪族的CH_3、CH_2基团的1380 cm⁻¹、1460cm⁻¹、2860cm⁻¹和2920cm⁻¹吸收峰呈有规律的变化、随深度增加干酪根红外光谱图除1380cm⁻¹峰外，其余峰均显著减弱；氯仿沥青"A"红外图除1460cm⁻¹峰变化不明显外，其余峰均明显增加，说明了深度加深有机质向烃类开始转化，但转化程度不高(图5-3-20、图5-3-21)。

氯仿沥青"A"族组分的总烃与有效碳的比值和氯仿沥青"A"含量也随深度的加深而增加。2379米以下仍有继续增加的趋势(图5-3-22)。

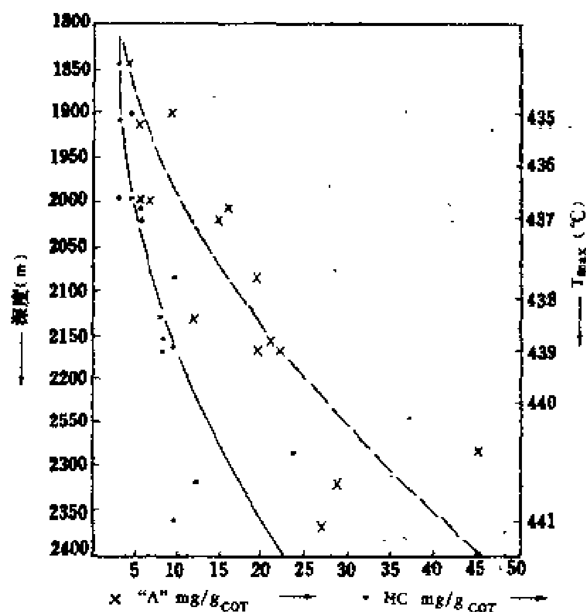


图 5－3－22 民参1井氯仿沥青"A"与 HC／Cp 比值 随深度变化图

顺磁资料表明，1900 米以上沥青质自由基浓度 $<3.16\times10^{18}$／克，1900 米以下达到 11.35×10^{18}／克。随深度的加深而增大，说明有机质在热演化过程中，由于热力的作用，促使干酪根裂解，产烃量增加，但不明显（图 5－3－23）。

从气相色谱－质谱分析资料看，随深度增加 m／e 217 质量色谱图代表 20R 胆甾烷的 13 号、21 号和 26 号峰有减小的趋势；而代表 20S 胆甾烷的22号峰有增加的趋势，但都不明显（图5－3－24）。

代表 17 β（H）和21 β（H）—藿烷的 17 号、16 号和 12 号峰（除 7 号峰），都有明显减弱，但至 2275 米仍然未消失（图 5－3－25）。

从产率指数看，1803 ～ 2379 米产率指数亦低（图 5－3－26）。

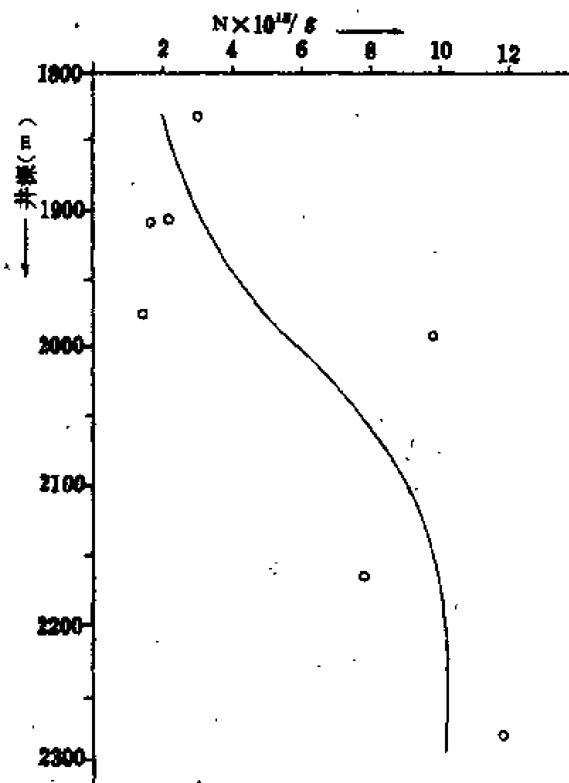


图 5－3－23 民参1井沥青质自由基浓度深度变化图

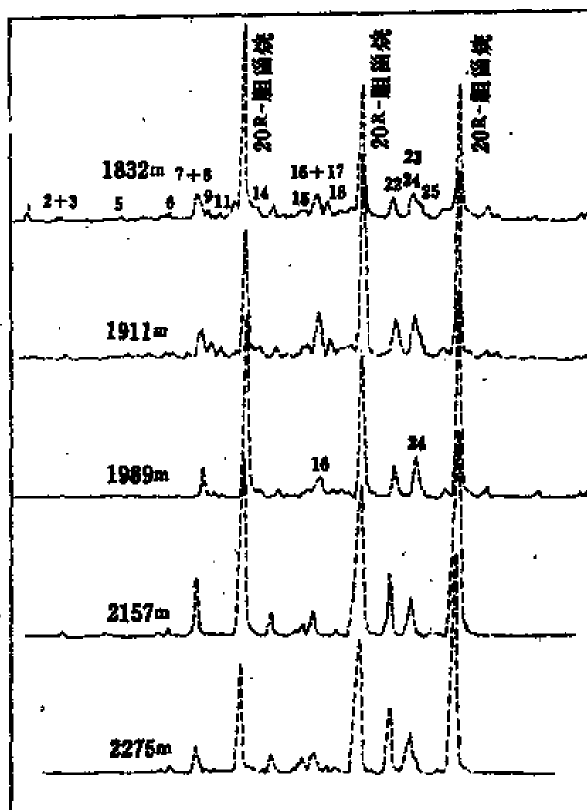


图 5－3－24 民参1井 m／e217 质量色谱图

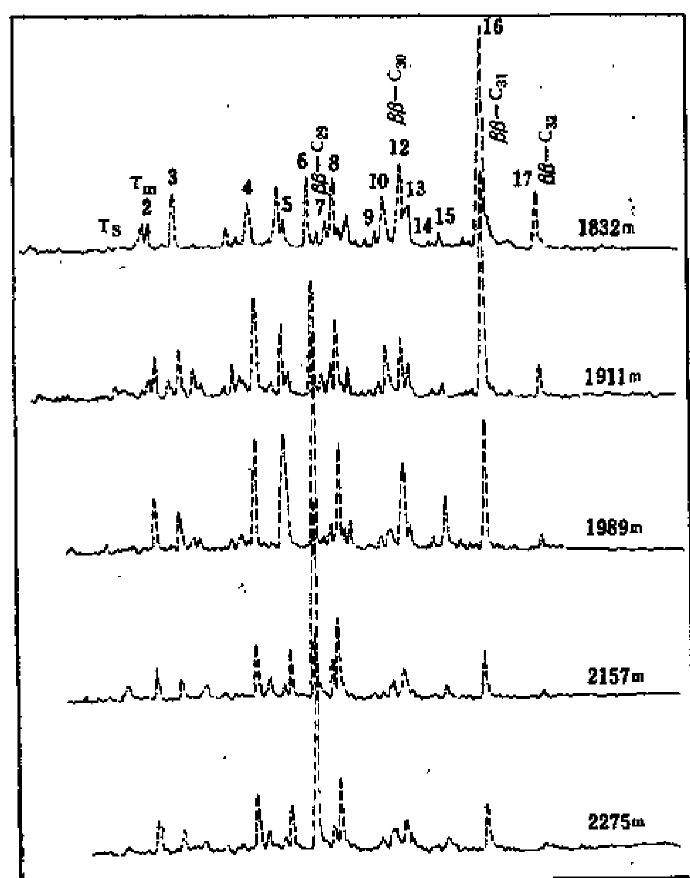


图5－3－25 民参1井m/e191质量色谱

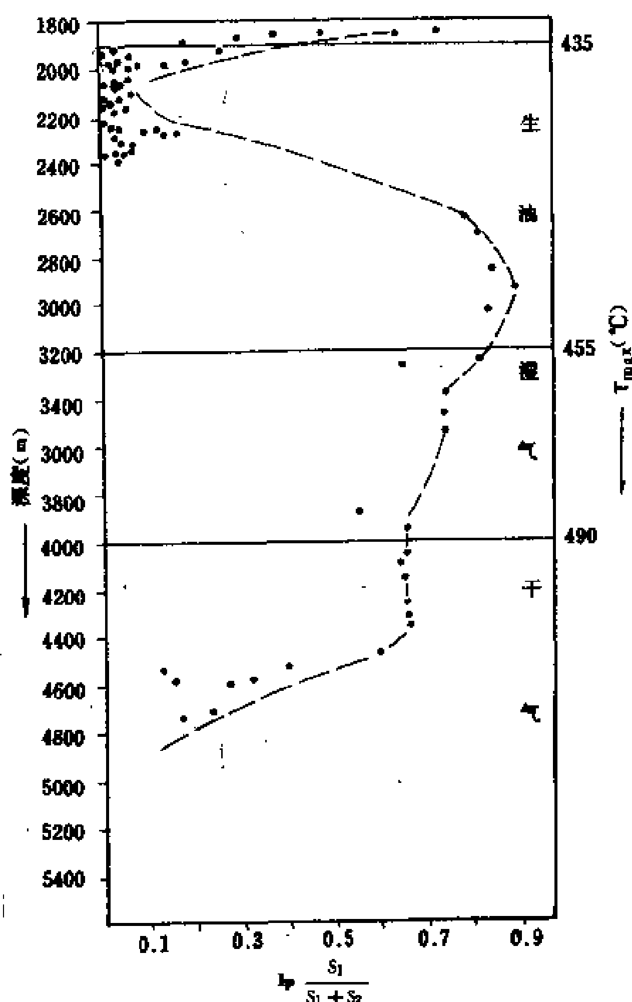


图5－3－26 民参1井产烃率指数随深度变化图

总之，上述资料说明张掖凹陷上部生油层向油气的转化程度低，属低成熟生油岩(图5－3－27)。

民参1井4436～4802.5米生油岩$R_o>2$，$T_{max}>465$ ℃，最高达到524 ℃，属过成熟生油岩。

B.油气演化阶段

根据民参1井镜质体反射率、最大热解峰温、产率指数等资料，张掖凹陷油气演化可分为下面四个阶段：

未成熟阶段(1803～1950米)：氯仿沥青"A"含量只有0.0052～0.0062%，热解峰温为431～436 ℃，镜质体反射率R_o0.42～0.47%。

成熟阶段(1950～3200米)：总烃与有机碳的比值由1.25%上升到3.86%；H/C比下降；自由基浓度达到11.35×10^{18}/克；热解最高峰温一般为436～439 ℃，最高达461 ℃；镜质体反射率R_o0.53～0.6左右，最高R_o 1.34。其中1950～2379米为低度成熟段。

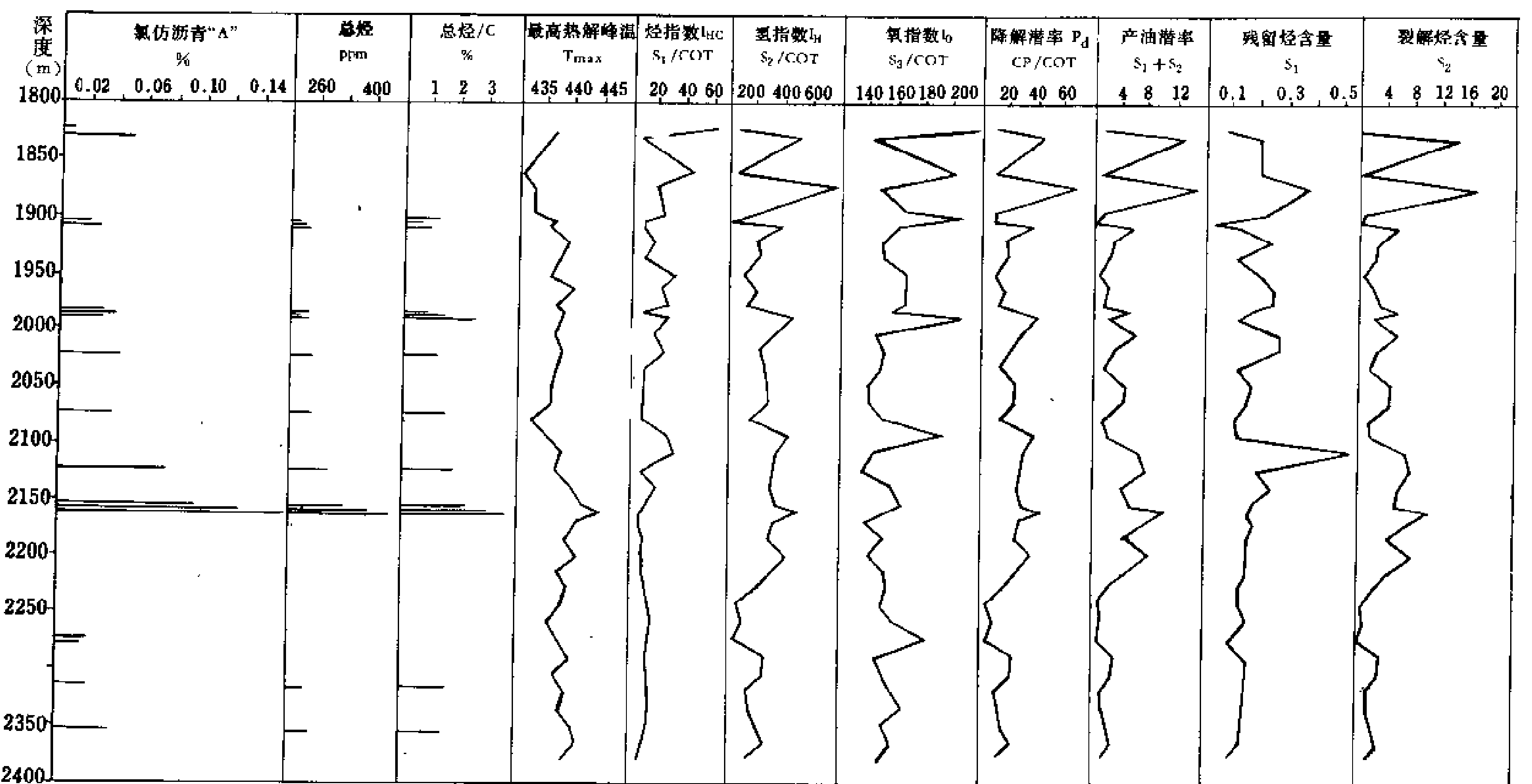


图 5－3－27 民参1井热演化综合图

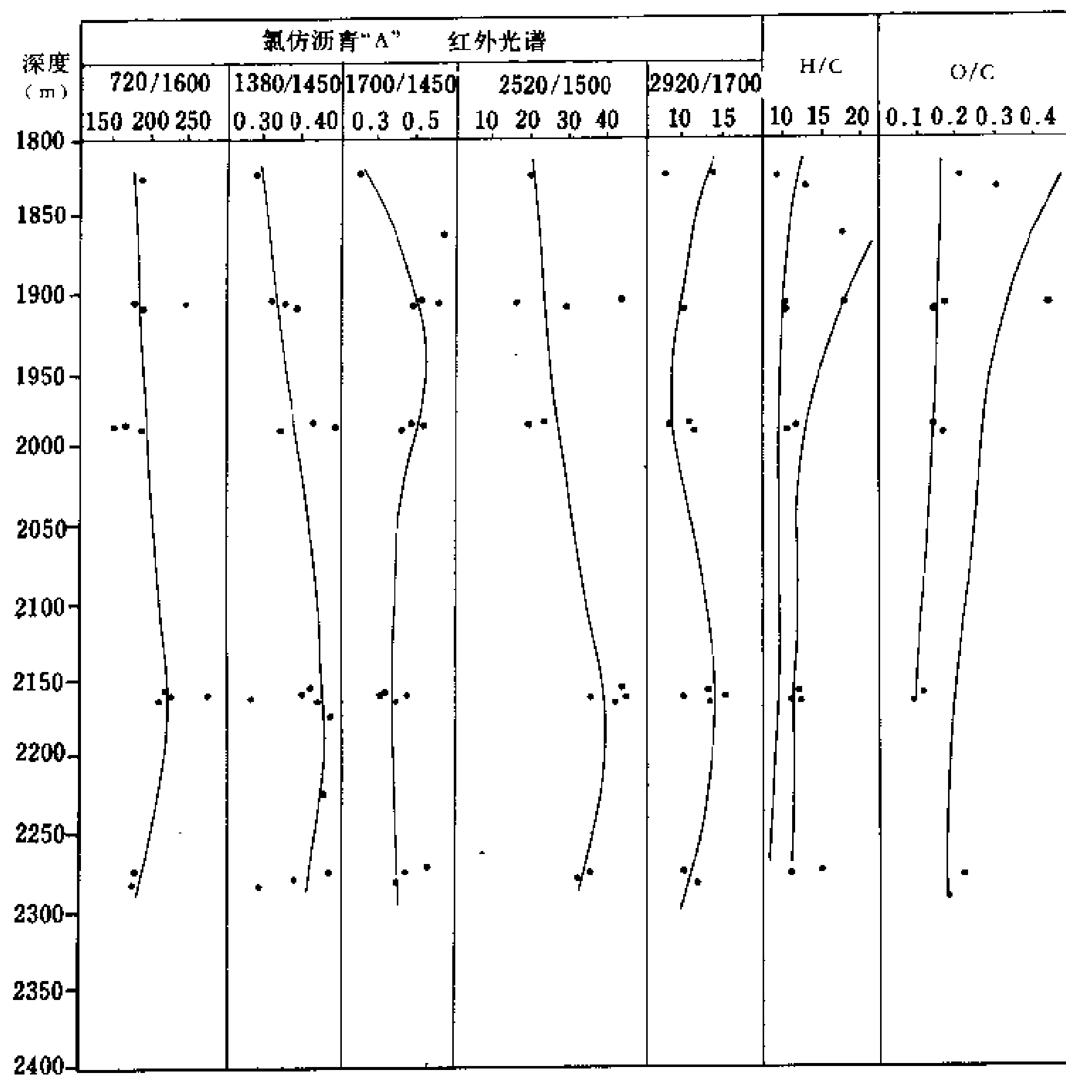

深度
(m)
氯仿沥青"A"　红外光谱
720/1600
150 200 250
1380/1450
0.30 0.40
1700/1450
0.3 0.5
2520/1500
10 20 30 40
2920/1700
10 15
H/C
10 15 20
O/C
0.1 0.2 0.3 0.4
1800
1850
1900
1950
2000
2050
2100
2150
2200
2250
2300
2350
2400

图 5-3-27（续）

高成熟阶段（3200～4000米）：产率指数I_P值为0.7～0.8；热解峰温T_{max}>461℃，最高达508℃；镜质体反射率R_o>1.34%。

过成熟阶段（>4000米）：镜质体反射率R_o>2.01%，最高为2.5%；热解峰温T_{max}>507℃，最高达到545℃；产率指数I_P由0.7降到0.1。

（二）储集层

民乐盆地储集层发育。上第三系中新统白杨河组间泉子段是主要的储集层；白垩系具备一定的储集条件；石炭、二叠、志留系预测有砂岩孔隙和裂缝储集条件。

1. 白杨河组间泉子段储集层

具有分布面积广，厚度大、储集性能好的特点（表5－3－18）。是盆地的主要储集层之一。间泉子段砂层最大厚度600米，一般厚度100～400米（图5－3－28）。民参1井间泉子段厚111米，其中砂层厚104米（表5－3－19）。岩性为桔红色、棕红色含砾粗砂岩，分选好。从测井资料看，间泉子段三层砂岩自然电位呈明显的负异常，声速时差都在400微秒／米以上，根据有关孔隙度和声速时差关系量版（Q－Δt量版），求得三层砂岩的孔隙度都在40%左右（表5－3－20）。

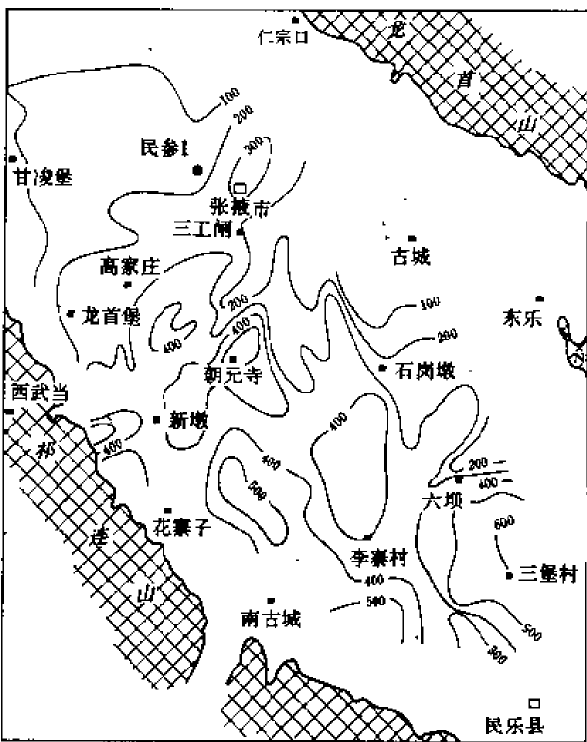


图5－3－28 民乐盆地白杨河组间泉子段厚度图

表5－3－18 民乐盆地地面间泉子段物性资料表

项目 / 数值 / 剖面	厚度 (m)	孔隙度(%)	渗透率 (μm^2)	
		平均	平均	最大
马蹄寺	191	20.2	12913.22×10^{-4}	
洪水河	337	14.66	1467.1×10^{-4}	
山城子	310	20.22	13746.44×10^{-4}	31888.1×10^{-4}
大都麻	387	13.45	2380.1×10^{-4}	

2. 下白垩统储集层

在中央拗陷区岩性明显变细，民参1井下白垩统的泥质岩占钻穿厚度（3244.30米）的98%以上，所夹砂层多为粉细砂岩，单层厚度不超过两米，属差～极差储集层。

据吴宁寨、梨园堡和小都麻等地地面采样分析，下白垩统储集层平均孔隙度分别为11.9%、4.28%和10.25%；平均渗透率分别为118.44×10^{-4}平方微米、6.12×10^{-4}平方微米和329.56×10^{-4}平方微米，属低—中等储集层。

根据地面剖面资料所进行的沉积相研究，预测下白垩统储集层有以下几种成因类型：河流砂岩体、水下河道砂岩体、水下扇砂岩体和洪积—冲积砂岩体等。

表5－3－19 民参1井间泉子段砂岩厚度表

井 段 (m)	1692 ~ 1717	1726 ~ 1762	1766 ~ 1803	总厚(m)
厚 度 (m)	25	36	43	104

表5－3－20 声速时差(Δt)与孔隙度关系表

井 段 (m)	1692 ~ 1717	1726 ~ 1762	1766 ~ 1803
Δt(μs/m)	446	432	402
换算孔隙度(φ)	> 41.5%	40.5%	39.0%

3. 基岩储集层

石炭、二叠系在盆地中分布不广，而志留系则分布广泛，在局部区块，有可能构成孔隙—裂缝性储集层。

（三）盖层

白杨河组石油沟段泥岩和白垩系泥岩均可成为良好的盖层。

（四）生储盖组合

上述生、储、盖层可以组成下列组合：

1. 古生新储组合

下白垩统生油，白杨河组间泉子段储油，石油沟段泥岩为盖层。

2. 自生自储组合

下白垩统泥岩既是生油层又是盖层，夹于其中的砂岩可储油。

3. 新生古储组合

下白垩统生油，在断层、潜山条件下油气可经过侧向运移，进入石炭、二叠或志留系砂岩或其它裂缝中聚集，上覆白垩系泥岩为盖层，或裂缝不发育段封闭油藏起到盖层作用。

上述三种生储盖组合类型，以第一种组合为主，因为下白垩统主力生油层与间泉子段储集层呈不整合直接接触，具有较优越的捕油条件。

六. 油气资源预测

民乐盆地处在区域勘探阶段，对其进行早期远景预测是有一定意义的。

我们采用沥青“A”法、干酪根产烃法和圈闭资源量三种方法进行了计算。所用的氯仿沥青“A”法和干酪根产烃法与酒西、酒东盆地所用的相同，根据具体情况又用圈闭法进行了计算。三种方法计算得出的资源量分别为：0.3157、0.7245和0.2652亿吨，差别不大，都在一个数量级范围内。

七. 有利地区评价

根据现有勘探研究成果，我们将西部隆起区、三工闸区、张掖凹陷的西部边缘和朝元寺凹陷的大部分地区评价为Ⅰ类勘探远景区；朝元寺凹陷的东南地区评价为Ⅱ类勘探远景区；两个凹陷的东部和北部地区评价为Ⅲ类勘探远景区（图5－3－29）。

（一）Ⅰ类远景区

从区域地质构造背景分析，该区位于北祁连地槽褶皱系北缘，构造活动性强，断裂和褶皱构造相对发育。

下白垩统沉积时期，西部隆起区处于相对较高的部位，地层超覆沉积可形成各类地层圈闭。

正向构造带临近生油凹陷，具有捕获油气和油气聚集的优越条件，是油气运移聚集的指向和场所。

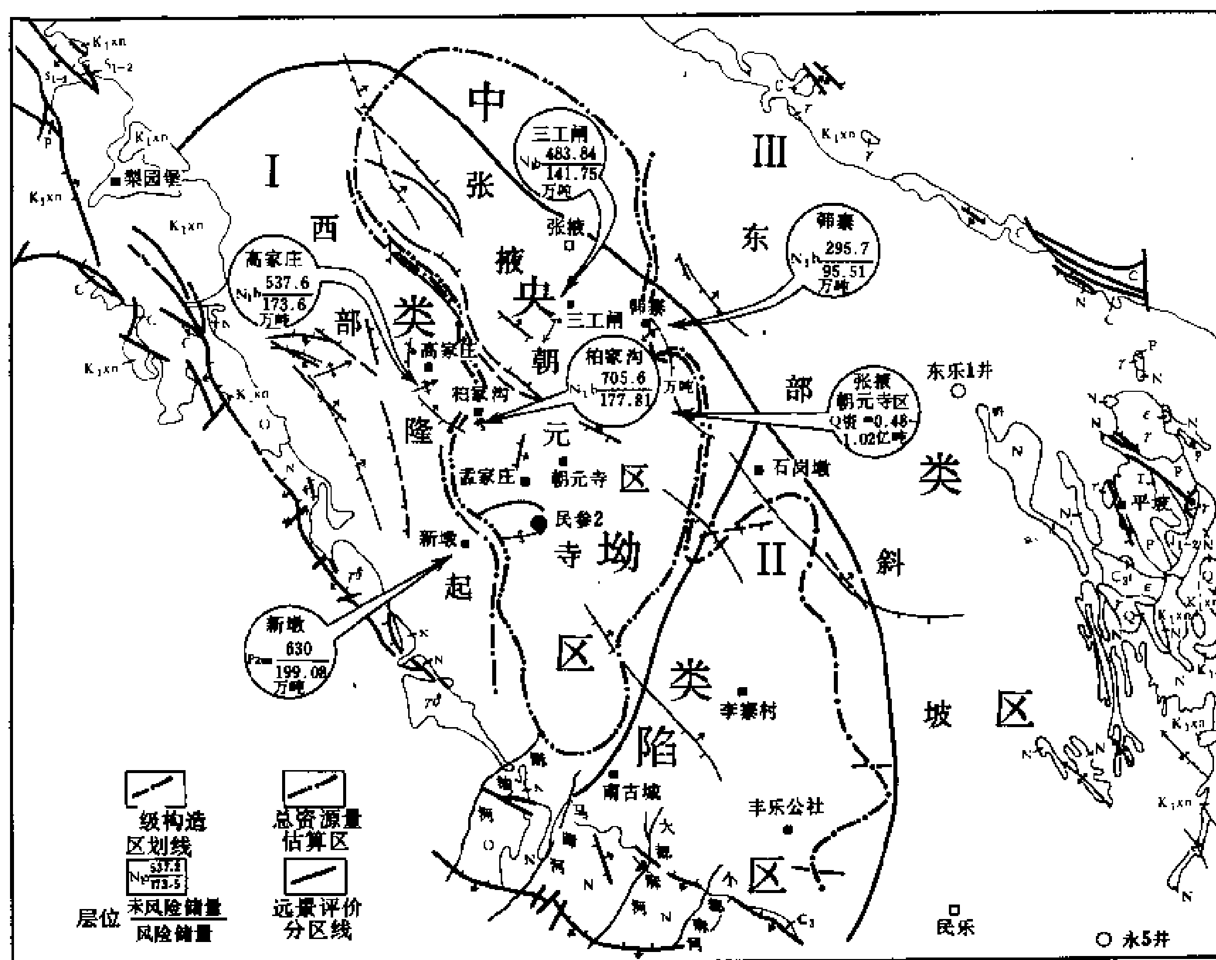


图 5－3－29 民乐盆地勘探远景评价图

（二）Ⅱ 类远景区

位于石岗墩以南，南古城以东，朝元寺凹陷的东南地区。有油源条件，有潜山构造，还可能有其它构造圈团。

（三）Ⅲ 类远景区

中央拗陷以北和以西的广大地区。从目前资料看，前白垩系基底构造简单，间泉子段构造不发育。可能存在地层－岩性圈闭。

上述勘探远景区，白杨河组间泉子段构造埋藏浅，储盖条件优越，紧临下白垩统上部生油岩，油源条件优越，是盆地主要的勘探目标。白垩系储集层物性差，但油源条件优越，寻找岩性油藏有一定意义。同时应注意潜山油气藏的勘探。

第四节 花海—金塔盆地

一、概况

花海—金塔盆地位于河西走廊中段，酒西盆地之北。南界自西至东依次为宽台山、黑山和合黎山，北抵北山；西起天津卫，东到黑河东三个井、大山口山一带。行政区划属玉门市和金塔县管辖，面积 9700 平方公里（图 5－4－1）。

盆地南缘属中低山或中山区，宽台山及黑山海拔2244～2770米。北部为马鬃山，呈平缓的中低山之丘陵，海拔1400～1900米。覆盖区地形南高北低。南部为山麓堆积之砂

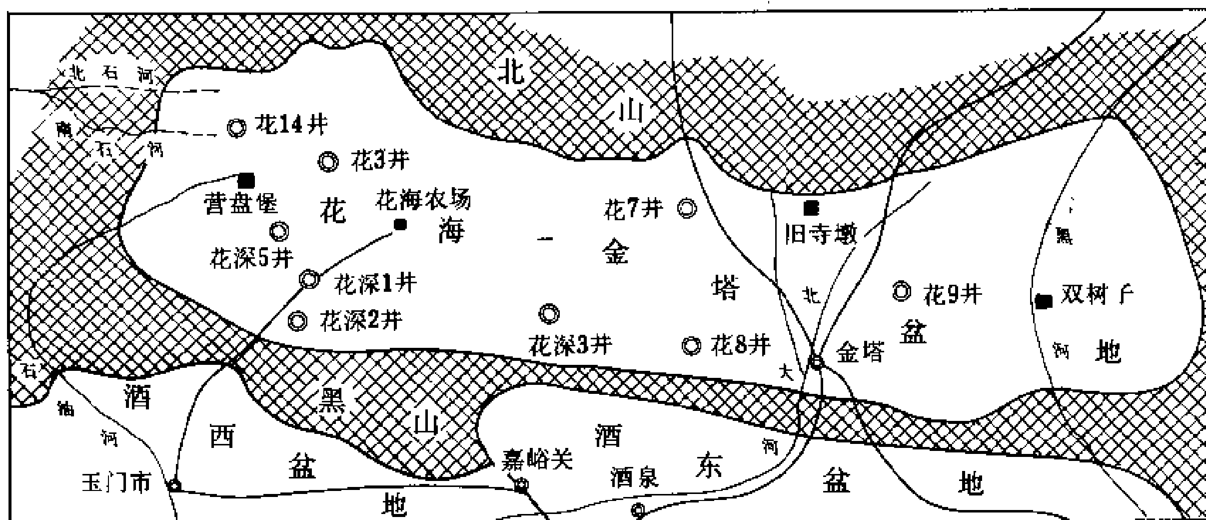


图5－4－1 花海一金塔盆地交通位置图

砾，北部为河流冲积、淤积物，而中部则多为近代风成沙丘。地形坡度平缓。戈壁滩、沙丘和北山植被较稀疏，而绿洲边缘湖滩地草被较好。

流经或潜入盆地的主要河流，从东到西有发源于祁连山地的黑河、北大河和石油河，以及发源于北山的间歇性河流北石河。黑河流经盆地东部，进入巴丹吉林沙漠，年平均径流量15亿多立方米；北大河流入盆地金塔地区，形成末端水系，造就了典型的现代河流末端扇，河水流量102立方米／秒。石油河和北石河水流在花海地区均渗入地下，石油河流量一般为5立方米／秒。

河流经过地区为主要农牧区，东部的北大河冲积扇和黑河两岸是肥沃的金塔绿洲和鼎新绿洲；西部在河流冲积的低平地上，形成肥沃的花海绿洲。本区有丰富的河水、泉水和地下水可供利用，水源充足。农作物以粮食作物为主，其中以小麦为最多，其次为玉米、豆类等。经济作物东、西部分别以棉花和胡麻最多，其次为蔬菜和瓜类等。

该区属大陆性温带干旱气候，干燥多风，每年4～6月为风季。夏季炎热，气温可高达40℃，冬季最低温度－26.7℃，年平均气温8℃。日温差较大。年平均降水量约56毫米，多集中在6～8月。年蒸发量达3000多毫米。全年日照数3000多小时。干热风和风沙是该区主要灾害性天气。

本区交通以公路为主，大部分地区可通行汽车或加力汽车。

区内金塔县城、黑河沿岸、花海乡和花海农场等地为较大居民点，人口11万多，居民有汉、回等民族，汉族占绝大部分。

二、勘探历史及其主要成果

花海一金塔盆地的勘探历史，最早可追溯到1932年，当时瑞典人E.那林在本区做过水文地质调查，并著有《甘肃西部水文地质志》一书。但以找油为目的的大规模地质调查和勘探工作始于1954年。

（一）地质调查与研究

1959 年，玉门石油管理局地质勘探公司地质大队吕志良写出“金塔—花海盆地地质简报”，认为盆地性质属陆台边缘盆地，与潮水、敦煌盆地相当。划分并简述了石炭—第三纪地层。初步确定盆地为一南陡北缓的不对称盆地，南北分为南部翘起带、中央凹陷带和北部平缓单斜带，东西分为玉门镇—花海子基岩隆起、下沟北基岩凹陷和金塔隆起。

1968 ~ 1969 年，先后有玉门石油管理局井下处地质队野外组在黄草营与营盘大墩一线，面积约 4000 平方公里的范围内作了地质调查，并写有“花海盆地 1967 年度地面地质调查报告”。随后，该局井下处地质队对东西长 180 公里、南北宽 50 公里、面积 9000 平方公里的盆地边缘地区进行了地质调查，对盆地地层、构造和生储盖组合特点进行了研究，写出“花海—金塔盆地地质总结报告”，报告中谈到如下认识：

1. 花海—金塔盆地属马鬃山台缘拗陷的中新生代沉积盆地，与酒西盆地在中新生代水域曾有连通。

2. 证实第三系底“过渡层”属火烧沟组，将盆地北缘疏勒河组改为白杨河组。在下沟地区首次丈量出完整的侏罗系剖面。金塔地区南缘划分为上白垩统的大套红层，经进一步工作认为是由第三系和下白垩统两部分组成，以下白垩统为主。

3. 提出花海—金塔盆地为中新生代复合型沉积盆地，盆地南缘地区为断陷性质，具基岩潜伏断块隆起，北部为缓坡过渡性质。

4. 重磁力普查认为花海地区为主要凹陷区，金塔地区由几个潜伏小隆起和几个小凹陷组成，其含油远景不及花海凹陷大。下白垩统为主要目的层，白杨河组为次要目的层。盆地缓坡地带和南部断陷地带是寻找岩性、构造和块状裂隙油气藏的有利地区。

1974 ~ 1975 年 9 月，玉门石油管理局地质勘探处综合研究队许以和、曾恒平等对花海凹陷作了综合研究，写出“花海—金塔盆地综合研究总结报告”。

1982 ~ 1984 年，玉门石油管理局研究院勘探室同长庆油田研究院协作，由黄淮、彭荣华、李定才等人对花海凹陷进行了油气资源评价，撰写了“花海凹陷石油地质条件的初步认识及下步勘探建议”、“花海—金塔盆地花海凹陷石油地质综合研究报告”（1982 年度）及附件，“花海凹陷晚中生代地层层序划分及沉积相的确定依据专题研究报告”等，对花海凹陷从地层划分、构造演变到生、储、盖、圈、运等石油地质条件作了综合评价，认为花海凹陷的油气资源量在 350 ~ 750 万吨之间，发现油田的难度可能很大。东西两个构造带是近期找油的方向。

接着，中国海洋石油总公司勘探开发研究中心毕传滨等承包了花海凹陷的油气资源评价工作，提交了“花海凹陷油气资源评价报告”、“花海凹陷地层划分与地震沉积相解释”、“花海凹陷区域地质特征”、“花海凹陷构造特征”、“花海凹陷生油条件评价”等四个专题研究报告。对花海凹陷进行了油气资源评价，认为花海凹陷的生油条件是好的，储盖条件也较好，对解释作图发现的 9 个构造 28 个层圈闭作了评价，预测资源量在 40 ~ 1313 万吨之间。

1984 ~ 1985 年，玉门石油管理局研究院勘探室王巍等研究了花海凹陷生油岩的地球化学特征，对花海凹陷生油岩地质、地球化学特征及其演化、油源和排烃问题作了探讨，写有“花海—金塔盆地花海凹陷生油岩地球化学特征”研究总结。勘探室王新民等对新的钻探成果进行了整理，写有“花海凹陷石油地质条件的认识”及“花海凹陷井下地层划分与对比”等总结报告。嗣后李素英、王新民等对花海凹陷 1982 ~

1984 年的地震剖面重新解释，并写有“花海凹陷地震资料解释总结报告”、“花海凹陷圈闭综合评价总结。”

（二）地球物理勘探

1954 年在盆地开始了地球物理勘探。

1. 重磁力勘探

重磁力勘探始于 1954 年，当时 302 重磁力队在本区进行普查工作，完成了全盆地 50 万分之一重磁力普查。

1954 年，玉门矿务局地质调查处 303 重磁力队在花海地区（当时称花海子盆地）进行了重磁力测量，撰写有“酒泉盆地、花海子盆地、中口子盆地重磁力报告”。

1955 年，玉门矿务局重磁力队在盆地中央地区完成10万分之一重磁力测量。次年，玉门矿务局在盆地中央进行了电法试验。

1958 年，801 队写有“花海盆地及民乐盆地沉积岩等厚图重力解释”研究总结。

1969 年 12 月，玉门石油管理局井下处地质勘探大队重磁力一、二队完成全区 10 万分之一重磁力详查，写有“花海—金塔盆地 1969 年度重磁力详查总结报告”，文中探讨了盆地重磁力异常特征及其地质意义，划分了构造带。

2. 地震勘探

盆地的地震勘探始于 1958 年，当时在盆地南部做了地震试验。

1960 年在花海至下沟重力低范围内，用 51 型光点地震仪器进行了 1.56 公里的单站地震反射法测量，获得了第三系以上的部分资料，解释沉积岩最厚 2200 米。

1964 ~ 1965 年，煤炭部在金塔附近沿公路做了两条折射剖面，并以探煤为目的钻了普 1、2、3 三口井，对石油勘探意义不大。

1967 ~ 1969 年，玉门石油管理局用 51 型光点地震仪在花海凹陷做地震剖面 1515 公里，地震测井 11 口，写有“花海盆地地震勘探总结报告”。在金塔以东双古城地区 1200 平方公里的范围内开展了地震工作，并写出“金塔双古城凹陷地震工作总结及地震仪使用小结”，做了基底构造图和沉积岩等厚图，查明双古城凹陷分布面积 200 平方公里（以 500 米等高线为界），凹陷中心在花 9 井附近，基底最深 1600 米左右。

1975 年冬，玉门石油管理局组织地震队在花海地区进行地震方法攻关会战，用模拟磁带地震仪完成剖面 58 公里。地质勘探处地球物理研究队写出“1975 年花海盆地地震勘探成果报告”，总结了盆地地震资料的采集、处理、解释等工作方法，进行了地震波组对比。

1981 ~ 1984 年，玉门石油管理局 2265 地震队用数字地震仪做 24 次覆盖地震剖面共 1463.6 公里，完成花海凹陷详查，地震测网基本上达到 1 × 1 公里，为构造解释发现小构造、小圈闭创造了良好的条件。

3. 电法勘探

电法勘探始于 1958 年，最初仅在盆地中央地区做了试验。同年，甘肃省地质局张掖物探大队在金塔地区做过电法测量，工作量不详。

1965 年，煤炭工业部甘肃地质大队在金塔以东地区做过两条电法剖面，初步确定了双古城凹陷的存在。

（三）水文地质调查与勘探

1959 年以前，地质部 964 队和建筑工业部勘察院曾在盆地内进行过水文普查（带水文井和工程水文电法勘探）。

1960 年，甘肃省地质局水文地质工程地质队在本区做过水文地质普查，并著有“甘肃玉门花海子—安西踏实间 1 ：20 万综合地质—水文地质普查报告”。

1966 年，该局水文地质 3 队在盆地进行了水文地质勘探，写有“花海盆地金塔地区水文地质勘探报告”，为金塔县及生地湾农场进行农田水利规划，完成 10 万分之一区域水文地质普查，面积 1315 平方公里。并对盆地水文地质条件和地下水开采利用进行了评价，认为除盆地北部边缘外，一般具有单井出水量大、水质好、水位埋藏浅的特点。

1966 年 12 月，地质部水文地质工程地质第三大队对金塔地区的水文地质条件作了调查、编有“金塔区域水文地质勘探报告． 1/10 万”。

1969 年，玉门石油管理局地勘大队水文地质队水化学组研究了盆地的水文地质条件和水化学特点，写出“花海—金塔盆地水化学总结”，文章认为盆地地下水补给来源主要是祁连山冰雪水流经酒泉盆地，以表流和沟谷潜流方式进入本区补给地下水。花海地区潜水、承压水（或自流水）总流向分别有西南和东南两个方向。从水化学异常预测旧寺墩和花深 4 井两处为找油的有利地区。

1969 年 12 月，玉门石油管理局地质勘探大队水文地质队写了“花海盆地水文地质钻井勘探总结”，文中认为花海地区和金塔地区在水动力上属同一系统，盆地可供工业用水的含水层系由第四系酒泉砾石层（Q_{2+3}）砂砾石构成。钻井资料证实承压水补给区在盆地南面，花海正断层及沙枣园北面第四系与老地层交界地带存在狭窄的排泄区。

综上所述，花海—金塔盆地的油气勘探史，大致可分为区域普查、重磁力详查—预探、地震详查—预探三个阶段。

区域普查阶段（1954 ～ 1960 年）：以查明盆地的沉积范围、沉积岩埋深、大致构造轮廓为目的。通过大量的地质、地球物理普查工作，初步确定盆地西部花海地区为最有利的油气勘探区。

重磁力详查—预探阶段（1961 ～ 1970 年）：是盆地油气勘探的第一个高峰期。在上述选定的有利地区，进行了大量的地质调查、重磁力详查和地震概查，在综合研究的基础上，钻探井 20 口（包括探边井、参数井和预探井），虽未获得油流，但对盆地基底性质和结构、地层分布、生储盖组合条件、水文地质特征有了较深入的认识，明确了盆地的基本石油地质条件。

地震详查—预探阶段（1981 ～ 1985 年）：是盆地油气勘探的第二个高峰期。第二阶段预探失利后，除 1975 年冬模拟磁带地震方法攻关外，油气勘探基本上处于停顿阶段。1980 年，玉门石油管理局再次对花海—金塔盆地进行勘探，这期间的勘探工作主要围绕着盆地西部花海凹陷进行。通过大量的地震详查、精查和油气资源评价工作，在综合研究的基础上钻预探井 7 口，其中花探 7、9 井试油见非工业油流，证实花海凹陷下白垩统生成的油气有过运移和聚集过程，花海凹陷具有一定的含油气远景。

三、地层

花海—金塔盆地是一个中新生代沉积盆地。周缘广泛出露前震旦系、震旦系、寒武系、奥陶系、志留系、石炭系、二叠系，三叠系出露局限（见图 5－4－2、图5－4－3）。

由于花海—金塔盆地与酒西盆地毗邻，赤金北窑、下沟等标准剖面通用，因而在侏罗—白垩纪地层研究方面，有着相似的研究过程，地层划分与对比基本上是引用酒西盆地的成果，所以这里着重叙述盆地地层分布和岩性特征，仅对个别地层的研究简况作简单说明。

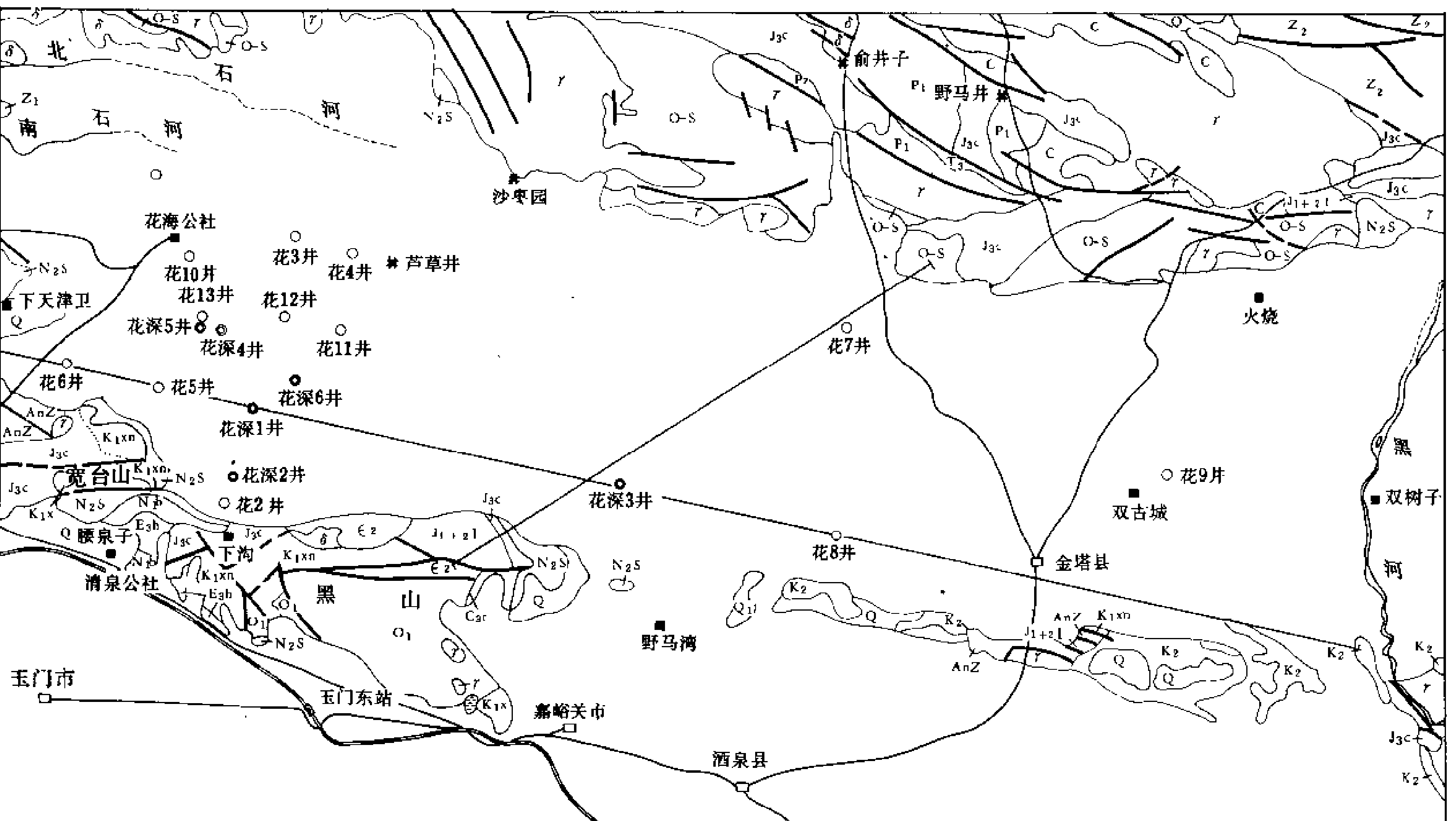


图5-4-2 花海—金塔盆地地质图

据1:50万甘肃省地质图简化

界	系	统	群	组	符号	厚度(m)	地层剖面	岩性描述
新生界	第四系				Q	275		杂色砂砾岩，砂砾岩，粉砂土
	第三系	上新统		疏勒河组	N_2s	691		上部灰褐色砾岩夹泥质粉砂岩、砂质泥岩 下部浅棕红色中细粒砂岩、粉砂岩、砾岩互层
		中新统		白杨河组	N_1b	574		上部浅棕色泥岩与含砾砂岩互层，夹石膏层。中部为巧克力色泥岩 下部为桔红色中细粒砂岩夹石膏层
		渐新统		火烧沟组	E_3h	269		上部棕红色砂质泥岩、细砂岩夹砾岩 下部棕色砾岩夹砂质泥岩及泥质粉砂岩。棕红色砂岩，砾岩及泥岩，砂质泥岩，间夹棕红色、杂色细砂岩
中生界	白垩系	上统			K_2	402		上部为黄褐、灰黑色泥岩，粉砂质泥岩夹灰白色砂岩。下部为棕褐、灰绿色砾状砂岩，含砾砂岩、中细砂岩与灰黑色泥岩不等厚互层
		下统	新民堡群 K_1xn	中沟组	K_1x_2	800		上部灰绿色、灰黑色泥岩、砂质泥岩夹灰白色中粗砂岩、粉细砂岩 下部紫红色、灰绿色砾岩、砂砾岩、砂岩夹泥岩、砂质泥岩
				下沟组	K_1x_1	1700		上部灰绿、灰黑色泥岩，砂质泥岩夹黄绿色中粗砂岩。中部浅灰色砾岩、砂砾岩、砂岩、泥质粉砂岩、泥岩。上部为互层，下部呈夹层 下部杂色砾岩、含砾粗砂岩与粗、粉细砂砾互层，夹泥岩
	侏罗系	上统		赤金堡组	J_3c	2500		下部杂色砾岩、含砾粗砂岩与粗、粉细砂岩互层，夹泥岩。上部灰褐色含砾粗砂岩与灰黄、灰绿色细砂岩、粉砂岩互层。中部灰绿、紫红色细砂岩、粉砂岩夹粗砂岩。 下部砖红色砾岩、含砾粗砂岩与杂色细砂岩、粉砂岩互层 砾岩，局部夹砂岩，砾岩砾石以火山岩为主
		中下统	龙凤山群		$J_{1-2}ln$	651		上部以变质砂岩及砂岩为主，夹中酸性火山岩 中部中酸性火山岩及火山碎屑夹变质砂岩 下部中酸性火山岩、火山碎屑岩及变质砂岩、板岩
	三叠	上统			T_3	581		上部中细砾砂岩夹板岩 中部英安质凝灰岩、凝灰质粉砂岩 下部砾岩和含砾砂岩
古生界	二叠	下统			P_1	4953		
	石炭				C	2174		石英片岩，变质砂岩、千枚岩及板岩、千枚状粉砂岩
	志留 奥陶				O-S	11534		灰、灰绿色安山岩夹玄武岩、灰岩、板岩、硅质灰岩
	奥陶	下统	阴沟		O_1yn	5485		上部黄褐色、灰黑色千枚岩夹石英岩 下部灰绿色安山岩夹千枚岩、砂岩夹硅质岩
	寒武	中统			ϵ_2	2620		
元古界	震旦				Z	5784		灰绿、灰紫色石英岩、千枚岩、板岩、变质砂岩夹硅质灰岩
	前震旦				AnZ	5002		绢云石英片岩、绿泥云母石英片岩，夹黑云斜长片麻岩

图 5－4－3　花海—金塔盆地综合柱状剖面图

（一）基底

花海—金塔盆地基底由分布广泛的前寒武系、古生界和加里东期、海西期岩浆岩组成，以前震旦系为主。盆地北缘基底有古生界和岩浆岩的分布。盆地内有12口井钻达基岩（见表5－4－1）。从取心资料看，盆地南部基底岩性主要为片岩类变质岩，相当于前寒武系—下古生界；北部基底岩性为闪长岩类、片岩类，相当于盆地北缘出露的加里东期、海西期岩浆岩及下古生界。

表5－4－1 盆地内钻达基岩井资料统计简表

井号	钻达基岩深度（m）	完井深度（m）	钻进基岩厚度（m）	岩性特征
花深2井	687.5	1823.19	1135.69	阳起石透闪石片岩
花深3井	880	1007.15	127.15	石英二云母片岩
花探13井	2722	3004.25	282.25	花岗闪长岩
花4井	1423.5	1501.82	78.32	花岗闪长岩
花6井	338	414.43	76.43	石英闪长岩
花8井	1153	1168.05	15.05	阳起石透闪石片岩
花10井	1574	1583.56	9.06	花岗闪长岩
花14井	685.5	731.98	46.48	花岗闪长岩
M635	92			斜长辉橄岩
M701①	15	120.04	105.04	石榴石黑云母石英片岩
M772②	273.79	323.48	46.69	闪长岩
普1井③	363.38	374.12	10.74	黑云母石英片岩

①、②、③均以地面海拔计算。

（二）沉积地层

花海—金塔盆地的地层由中新生界侏罗、白垩、第三和第四系组成。花海凹陷花探10井钻达4501.01米尚未揭穿上侏罗统，可见盆地地层沉积厚度较大。

1. 中下侏罗统龙凤山群（$J_{1-2}ln$）

出露于宽台山、黑山、金塔南山北麓、合黎山区、北山西山煤窑和营盘北西一带。面积均较小，多呈断块产出。

岩性一般可分为上中下三部分，下部砖红色砾岩、含砾粗砂岩与杂色细砂岩、粉砂岩互层；中部灰绿、紫红色细砂岩、粉砂岩夹粗砂岩；上部灰褐色含砾粗砂岩与灰黄、灰绿色细砂岩、粉砂岩互层，厚600多米。

北山西山煤窑龙凤山群呈孤山产出，四周为第四系覆盖。按岩性和沉积旋回自下而上可分为三段。第一段：以灰白色、草绿色粗砂岩为主，夹灰白色砂砾岩、黑色炭质页岩，含薄煤10～15层，其中可采者3层，其余均为透镜体。厚22米。第二段：灰黑色细砂岩、灰褐色泥岩、黑色炭质页岩和煤层，厚142米。第三段：灰白色、灰黑色粗砂岩及砂砾岩夹少量紫红色泥岩，厚15米。

地层顶底不全，总厚179米。

2. 上侏罗统赤金堡组（J_3c）

（1）研究简况

对该组地层玉门石油管理局做过大量研究工作，1967、1969年曾两度进行过划分与对比。

1982～1983年，彭荣华等为配合花海凹陷的油气资源评价，在玉门石油管理局对地层研究的基础上，对赤金北窑、下沟剖面进行了研究，认为中下侏罗统龙凤山群与第三系之间的这套地层（相当于孙健初所划的宁远堡系）自下而上有三个沉积旋回、两套化石组合，一个假整合或不整合接触关系。下旋回为赤金堡组，中、上旋回分别为下沟和中沟组。1967年和1969年玉门石油管理局井下处地质队曾将赤金堡组（原赤金堡群）分为三段，这一观点后来也为彭荣华等在1982年研究赤金堡组时所接受。

（2）分布与岩性特征

主要出露于盆地南缘赤金北窑、下沟地区、黑山以东大榆树沟到半截沟一带和北山地区。

在宽台山西北的赤金北窑，本组地层出露较为完整，是一套粗碎屑堆积，厚1440.9米，自下而上可分为三大岩性段。

J_3c_1段，厚528.02米。为棕红色、棕黄色、灰绿色砾岩、砾状砂岩与含砾砂岩、粉细砂岩互层。砾石呈棱角—半棱角状，大小混杂，砾径0.4～2厘米，下部较粗，可达2～10厘米，最大可达1米以上。砾石成分为花岗岩、各色石英岩、变质砂岩、片麻岩等。顶部见炭质页岩、煤线，含苏铁杉植物化石。下部见块状层理，洪积层理；中部见斜层理、槽状交错层理，砾石排列有定向性；顶部水平层理、波状层理、层面炭屑丰富。本段为坡积—洪积扇沉积，发育扇中网状河、扇缘沼泽沉积。

J_3c_2段，厚270.07米。为灰黄色、浅灰色砾岩夹灰绿、深灰色泥质砂岩、砂质泥岩。上部泥质岩增多，下粗上细。砾石成分为石英、长石、变质岩块。见斜层理、槽状交错层理，冲刷构造等。见硅化木平行层面排列，直径15～25厘米，为扇中网状河到扇缘漫流带沉积。

J_3c_3段，厚366.58米。下部为灰绿色、黄绿色、灰黑色泥岩、砂质泥岩夹黄色、黄绿

色含砾中粗砂岩；上部为灰黑色纸状页岩夹灰黄色粉细砂岩、泥灰岩。页岩性脆，页理发育、泥灰岩呈薄层状、透镜状，单层厚0.1～0.3米，微—隐晶结构，叠锥构造发育。上部页岩中夹数十层菱铁矿条带，并见有同心圆状结核，核心为砂岩，为半深湖相沉积。页岩中含大量化石，计有：介形虫：*Cypridea*（*Cypridea*）sp.，*C.*（*C.*）*chinense*、*C.*（*Cyamocypris*）*Latiovata*；瓣腮类：*Corbicula*（*Tetoria*）sp.，cf. *C.*（*T.*）Yokoyamai *Sphaerium* sp.，*S.* *Selenginense*，*Ferganoconcha* sp.，*F.* *Subcentralis*；腹足类：*Probaicalia* sp.，*P.* *Vitimensis*，*Viviparus* sp.；孢粉：（包括部分上部地层），裸子99.26%，蕨类0.62%，被子0.12%（1964年，杨惠秋）。1981年，黄淮、彭荣华等人在赤金堡组地层中采得孢粉，经长庆油田耻国仓、傅智雁等鉴定，花粉占优势，分别为78.2%和94.06%，孢子次之，类型少而分散，其特征是裸子植物中较新的大型无口器粉很多，克拉梭粉含量也高。体现了中侏罗世晚期到晚侏罗世的特色。

这套地层在盆地内分布广泛，早期多为洪积、河流、滨浅湖相，晚期发育浅—半深湖相沉积。重矿物组合以绿帘石、榍石为特征，绿帘石含量普遍较高。化石组合以狼鳍鱼—东方叶肢介—三尾类蜉蝣为代表。

与下伏较老地层为不整合接触，与下白垩统新民堡群则为假整合接触。

3. 下白垩统（K_1）

（1）研究简况

本区下白垩统新民堡群（K_1xn）研究历史悠久，1954年，王尚文就对盆地南缘出露的地层有过研究。1967～1969年，1974～1975年玉门石油管理局井下处地质队曾三次对本区侏罗、白垩系进行了较为深入的研究，对侏罗、白垩系露头区的地层剖面进行了划分与对比。提出对原赤金堡群三分、新民堡群不同剖面的三分、四分、两分的意见，认为下沟剖面的新民堡群可分为两大旋回、四个岩性段，两个旋回之间为假整合接触。这些想法无疑对后来的地层划分具有参考意义。

（2）分布与岩性特征

下白垩统主要分布在盆地西部南缘新民堡地区宽台山与黑山间。下沟剖面下白垩统（原上惠回堡系）1027.21米，与下伏赤金堡组（原下惠回堡系）假整合接触，自下而上分为两组：下沟组厚180.01米；中沟组厚847.2米。下白垩统的岩性特征和古生物群与酒西盆地同，可详见酒西盆地地层部分，不再赘述。

下白垩统新民堡群在盆地的各个凹陷中分布广泛，为滨浅湖—半深湖相沉积，是盆地的主要生油岩系。花海凹陷花探10井这套地层厚约3000米。重矿物组合以锆石、石榴石、白钛矿为特征，绿帘石含量低，一般在1%以下，反映出以稳定矿物为主的特点。下沟组和中沟组化石组合面貌基本一致，略有差异。以"兰蚬（中兰蚬）"、青山中村蚌、延吉叶肢介群、孙氏鱼为代表。

下白垩统与上白垩统为不整合接触

4. 上白垩统（K_2）

（1）研究简况

盆地南缘黑山以东露头区及盆内井下，广泛发育大套红层，对此，多年来不同研究者一直争论不休，主要原因是缺乏化石，不同研究者认识不一。

1955年玉门矿务局在地质填图时，曾将其划入第三系白杨河组。1969年，玉门石油管理

局井下处野外地质队在花海—金塔盆地进行了地质调查，根据地层接触关系和岩性特征，认为"这套地层由第三系和白垩系两部分组成，以白垩系为主，二者是超覆不整合关系接触。鉴于西北地区中新生代沉积盆地一般没有上白垩统，且相邻的酒东、酒西盆地缺乏上白垩统，故将白垩系部分暂定为下白垩统上组(K_1x_2)，与下覆地层($K_1x_1^3$)呈超覆不整合接触。"1973 年，玉门石油管理局综合研究队在三个地点采集数十块孢粉样品，两次外送分析，结果没有找到一粒孢粉化石，以接触关系定为上白垩统。他们认为这套地层在天泉寺东北与下伏下白垩统为角度不整合，在西山寺西南的青砂河，则以角度不整合于赤金堡组之上，其上往往不整合覆盖着第三系疏勒河组或者直接被第四系覆盖。1974 ~ 1975 年，他们又在 1973 年的研究基础上，依据岩性、重矿物和接触关系（不整合于下白垩统之上）将这套地层划为上白垩统。

（2）分布与岩性特征

这套地层分布局限，仅在黑山以东，西起青砂河、东至黑河边之常丰一带，零星出露。岩性为棕红色砂岩、砾岩及泥岩、砂质泥岩。地面厚度 100 ~ 700 米，井下 200 ~ 500 米。青砂河一带以棕红色、棕黄色砂岩、泥岩为主夹浅灰绿色砂岩、泥岩。重矿物组合以石榴石、绿帘石、铁矿为特征。与上述岩性类似的地层在相邻的酒东盆地北部也存在。

上白垩统一般特点是：岩性粗细混杂，以砾岩、砂岩、砂质泥岩为主，不见角砾岩和页岩，旋回性差，为河流—滨湖相沉积。色调一般为红色，局部地区为棕褐色。化石极少，仅个别地点见植物及大型脊椎动物化石，但未鉴定时代。重矿物组合反映了不稳定性。分布局限在黑山以东地区。

5. 第三系（R）

本区第三系发育渐新统火烧沟组，中新统白杨河组和上新统疏勒河组，缺失古—始新统。

（1）渐新统火烧沟组（E_3h）

本组露头仅见于盆地西部与酒西盆地相邻的火烧沟地区，厚 260 余米。井下见于花探 9 井以南地区，向南加厚，井下厚度一般为 30 ~ 40 米。岩性下部为棕色砾岩夹砂质泥岩及泥质粉砂岩，上部为棕红色砂质泥岩、细砂岩夹砾岩。

（2）中新统白杨河组（N_1b）

露头仅见于盆地西部南缘宽台山东南，厚度 500 余米。井下分布广泛，各凹陷内均可见到，一般厚 100 余米。岩性下部为桔红色中细粒砂岩夹石膏层，中部为巧克力色泥岩，上部为浅棕色泥岩与含砾砂岩互层、夹石膏层。

（3）上新统疏勒河组（N_2s）

在盆地西段南缘和盆地北缘零星出露，厚度约 700 米。岩性上部为灰褐色砾岩夹泥质粉砂岩、砂质泥岩，下部为浅棕红色中细粒砂岩、粉砂岩、砾岩互层。

6. 第四系（Q）

分布遍及全盆地。更新统玉门砾岩（Qpy）沿盆地南缘山麓展布，岩性为砾岩夹砂岩及粘土透镜体，厚 100 米左右。酒泉组（Qpj）在盆地分布广，见于花7 井—花 8 井一线以西，岩性为洪积砂砾层、亚粘土、粉砂土，厚 80 余米。全新统（Qh）主要分布于盆地东部地区，岩性为风积砂、冲积—洪积砂砾、亚粘土及细砂、粉砂土，厚 100 余米。

四、构造

（一）盆地大地构造位置及性质

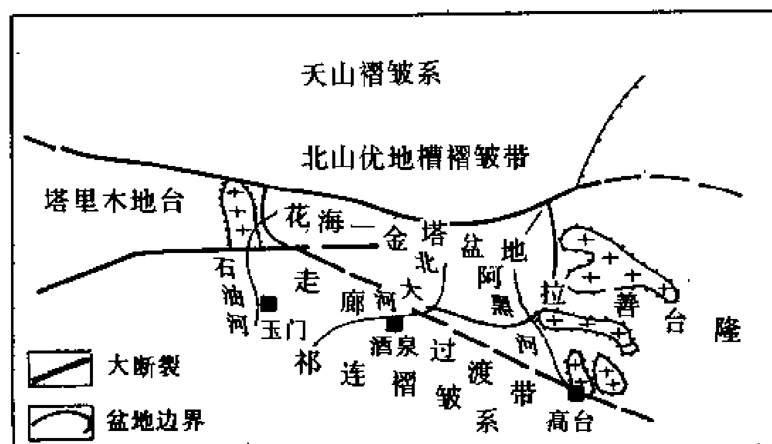


图5－4－4　花海—金塔盆地大地构造位置图

据中国地质科学院1：400万中国大地构造图（1979）

花海—金塔盆地处于阿拉善地块、塔里木地台、北山海西优地槽褶皱带和走廊过渡带等不同构造单元的结合部。据中国科学院地质研究所1979年编绘的“1/400万中国大地构造图”，将花海—金塔盆地划为台缘凹陷之中新生代盆地（见图5－4－4）。

（二）盆地结构

花海—金塔盆地盖层由中新生代陆源湖泊、河流相碎屑岩组成，基底由前寒武系、下古生界变质岩和加里东期、海西期火成岩组成（见图5－4－5）。根据周边露头、重磁力及钻井资料看，基底具有两分性。盆地南缘相当于祁连山加里东褶皱基底，由前寒武系和下古生界变质岩组成，具南山基底性质；北缘属海西褶皱带基底，广泛出露下古生界及加里东、海西期花岗岩、花岗闪长岩、石英闪长岩等岩体，具有北山基底性质（见表5－4－1）。东西方向分异表现在盆地东部基岩埋藏浅，基底性质复杂，除了花岗岩类及奥陶—志留系及前震旦纪地层外，还穿插超基性、基性岩及中性岩体。西部重力异常走向以北西—南东向为主，向东渐变为东西向，至金塔以东异常走向变为北东—南西方向，磁力异常图上也反映出东西部构造格局存在明显的差异（见图5－4－6）。

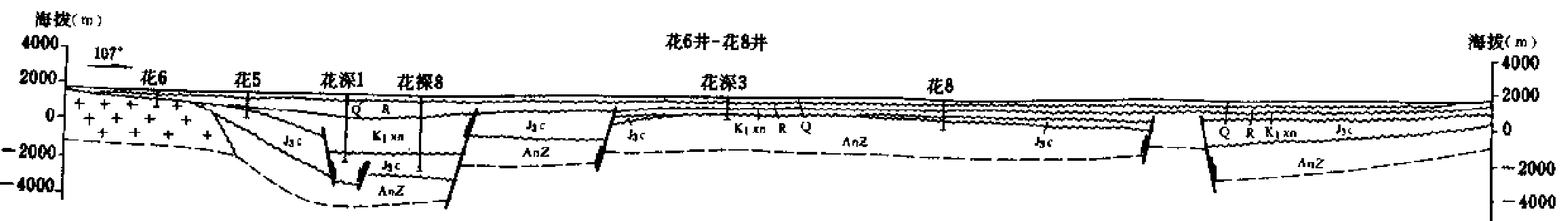
基底南北有异，在研究报告中最早见于1959年吕志良写的“金塔—花海盆地地质简报”。1975年，玉门石油管理局综合研究队在其“花海—金塔盆地综合研究报告”中推测两种基底分界在花13井—花11井一线稍南。1984年杨甲明等研究认为两种基底是以砂井子—前红泉断裂为界。

（三）构造单元划分

多年来由于受资料的限制及研究程度的差异，对于花海—金塔盆地构造单元的划分存在不同的认识。主要的划分意见如下：

1969年玉门石油管理局井下处地质勘探大队根据地面地质、重磁力及少数钻井资料综合分析，第一次对全盆地进行了构造单元划分，认为盆地南部地区主要为断陷性质，为基岩潜伏断块隆起；北部具缓坡过渡性质；花海地区是主要凹陷区，由天津卫隆起、花海凹陷、前红泉芦草井隆起和南部断褶等四个次级构造单元组成。金塔地区分为黑河断陷带、黑河隆起带、野马湾—双古城凹陷、莫河湾白水泉隆起带、生地湾凹陷带和北部单斜带等六个单元。

1975年，玉门石油管理局井下处综合研究队许以和、曾恒平对盆地断裂、钻井等资料作了研究，将盆地分为花海地区和金塔地区。又根据一级构造单元内的构造差异，将花海地



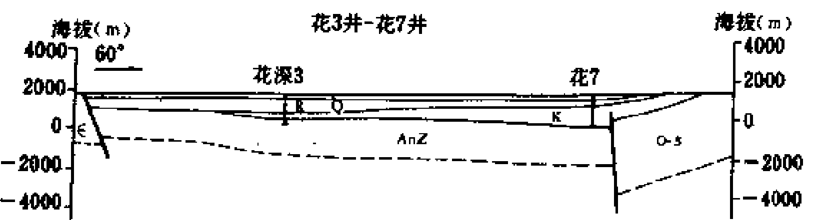


图 5－4－5　花海—金塔盆地构造剖面图

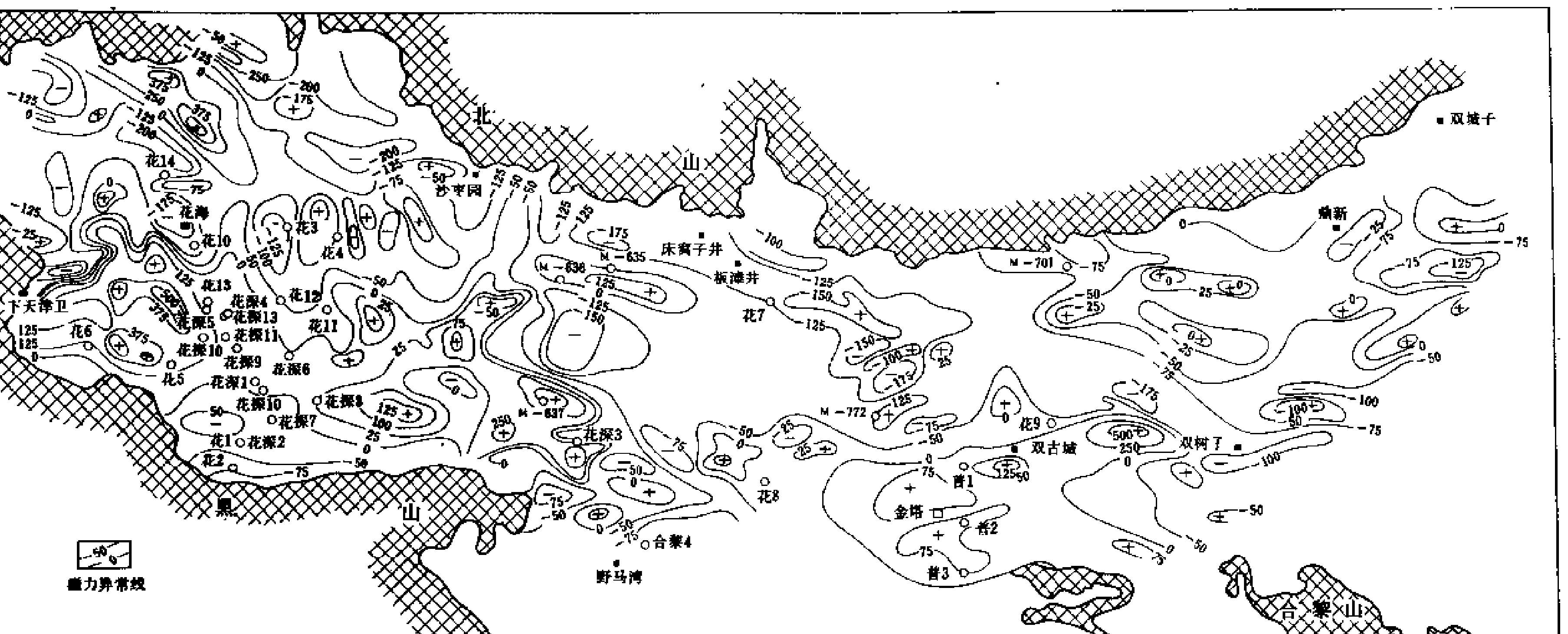


图 5-4-6 花海—金塔盆地垂直磁力异常图

区分为西北隆起带、花海凹陷和南部断褶带三个二级构造单元；金塔地区分为生地湾凹陷带、金（塔）西隆起带、金（塔）东缓坡带三个二级构造单元（表5－4－2）。

表5－4－2　花海—金塔盆地构造单元划分表（1975年）

一级单元	二级构造单元	三级构造单元
花海地区（2660km²）	西北隆起带（1330km²）	天津卫基岩隆起
		前红泉芦草井隆起
	中央凹陷带（1100km²）	花海凹陷
		圪瘩井断陷（？）
	南部断褶带（230km²）	花深2井断凸（宽东凸起）
		花2井断陷
金塔地区（5340km²）	生地湾凹陷带（1000km²）	生地湾断陷
		M635井凸起
	金西隆起带（1700km²）	旧寺墩凸起
		M772凸起
	金东缓坡带（2640 km²）	双古城凹陷（380km²）
		黑河沙井子隆起（？）
		双树子凹陷

后根据1981年以来盆地地震概查、详查、钻井等最新勘探成果，参考重磁力资料（无地震资料的地区），将盆地构造单元划分为五个一级构造单元，14个亚一级构造单元（见表5－4－3、图5－4－7）。现将各构造单元描述如下：

1. 天津卫隆起

该隆起东与花海拗陷相邻，大体以花5井西重力密集带或花5井西断裂，花3、4井北重力高为界。西、北西面至老山露头。区内根据局部重磁力异常特征又可分天津卫凸起、花14井西凹陷和前红泉凸起三个亚一级构造单元。花6、花14、花4井分别于338、685.5、1423.5米见基底，证实这一隆起的存在。

2. 花海拗陷

表5-4-3 花海—金塔盆地构造单元划分表（1985年）

一级	亚一级	二级构造带	备注
天津卫隆起（1530km^2）	天津卫凸起		依据1969年重磁力资料，结合露头、钻井资料划分
	花14井西凹陷（？）		
	前红泉凸起		
花海坳陷（1120km^2）	花海凹陷（700km^2）	东部背斜带	依据1985年地震解释资料，结合钻井资料划分
		北部单斜带	
		西部断褶带	
		中央向斜带	
		南部断褶带	
	花深2井凸起		
	花2井断陷（？）		
金西斜坡（2880km^2）	金塔西凹陷（192km^2）		依据1983年地震解释资料，结合钻井、重力资料划分
	花深3井—花8井北凸起		
	牛地湾凹陷（1400km^2）		
	M635凸起		
金东坳陷（2992km^2）	旧寺墩凸起		依据1969年重磁力资料，结合折射、钻井、露头资料划分
	金塔凸起		
	双古城凹陷（616km^2）		
	沙井子凸起		
	双树子凹陷（800km^2）		
东山隆起（1100km^2）（？）			

图 5－4－7　花海—金塔盆地构造单元区划图

东以花11井西断裂为界，南至宽台山一黑山北麓断裂，西、北两面与天津卫隆起为邻，呈北西一南东向展布。拗陷内根据基底起伏特征，可分为花海凹陷、花深2井凸起和花2井断陷三个亚一级构造单元。

花海凹陷受边界断裂的控制，呈北西一南东向展布，东、南、西三面为同生正断层所限，东断西抬，南断北抬，为一主要受东、南两边界断裂控制的不对称箕状断陷，东西宽约15～20公里，南北长约35公里，面积约700平方公里。中新生界沉积厚逾5000米。花探10井钻至4501.01米，上侏罗统尚未钻穿，证实凹陷沉降幅度较大。

花深2井687.5米即钻遇基底断层角砾岩，证实花深2井凸起的存在。花2井断陷内的花2井尚未钻穿第三系，有待进一步查明。

3. 金西斜坡

西与花海拗陷为邻，东与旧寺墩、金塔凸起为界，北抵北山，南至黑山一金塔南山，整体形态呈一向盆地南西方向倾没的斜坡。

该斜坡根据其内部的构造差异、基底起伏，自北而南可进一步分为M635凸起、生地湾凹陷、花深3井一花8井北凸起、金塔西凹陷四个呈东西向展布的亚一级构造单元。其中M635凸起为M635井钻探在92米见基岩得到证实，生地湾凹陷花7井钻达1377.55米尚未钻穿下白垩统，证实该凹陷的存在。花深3井880米钻遇基岩证实花深3井凸起的存在。金塔西凹陷仅在重力资料上显示，尚待证实。

4. 金东拗陷

东以东山西重力梯度带为界，西与金西斜坡以旧寺墩、金塔凸起相隔，北抵北山，南达合黎山北麓，为一被北东向凸凹相间分隔的拗陷。

根据该拗陷内部的重磁力、地震反射特征，结合钻井资料，可进一步分为旧寺墩凸起、金塔凸起、双古城凹陷、沙井子凸起和双树子凹陷五个亚一级构造单元。其中旧寺墩凸起和金塔凸起分别为M701、M772和普1井在井深15、273.79、363.38米钻遇基岩得到证实，双古城凹陷为花9井1284.3米未钻穿下白垩统所证实。沙井子凸起和双树子凹陷属重磁力显示，有待证实。

5. 东山隆起

重磁力资料及露头显示为基底隆起，构成盆地的东部边界。

（四）主要断裂

花海一金塔盆地的发育经历了盆地形成初期（晚中生代）的张断活动和晚期（新生代）的挤压作用，两期构造运动，在盆地内形成了一系列大型断裂，控制着盆地的中新生代沉积、二级构造和局部构造的发育（参见图5－4－7）。

1. 花11井西断裂（即1号断裂）

为花海凹陷东界断层，走向近南北，断过T_7—T_S，是一个断面西倾的同生正断层。垂直断距2500～3000米，长度33公里，第三纪前活动明显，控制着花海凹陷侏罗、白垩系沉积。

2. 花深2井北断裂（即2号断裂）

是花海凹陷南部边界断层，走向近东西，断过T_8—T_S，为一断面北倾的同生正断层。垂直落差2500～3000米，长度16公里，与1号断裂在花海凹陷东南角相交，第三纪前活动明显，控制着花海凹陷侏罗、白垩系沉积。

3. 花深2井南断裂（3号断裂）

是花2井断陷北界断层，走向近东西，断过 T_7 — T_S，为一断面南倾的正断层。垂直落差1500米，长度13公里，控制着花2井断陷的侏罗、白垩系沉积。

4. 花5井东断裂（4号断裂）

该断裂走向近南北，断过 T_7 — T_S，为一断面东倾的正断层。垂直断距2000米，长度10公里，控制着侏罗、白垩系沉积，是花海凹陷西部边界的一条大断裂。

5. 金西断层群

由一系列走向为南北、东西、北西和北北东向的正、逆断层组成，断距一般在200米左右，长度在10～40公里之间，控制着金西斜坡次级构造单元及中新生代沉积。

6. 双古城断层群

由一系列走向近东西及北北东向的正、逆断层组成，断层落差一般为500米左右，长度5～20公里不等。大断裂对中新生代沉积有控制作用。

7. 黑山—合黎山北麓断裂

这是一条长期活动的断裂带，由于地表覆盖，在不同地段时隐时现，钻井、电法、重磁力和卫星照片等资料均证实其存在。大黑山北麓下古生界地层陡峻三角面的存在，表明有些地段在近代仍有缓慢上升作用。本断层走向东西，断面北倾，形成盆地之南部边界，向西可能与阿尔金断裂相接。

8. 北山南麓断裂

从卫星照片及地面标志看，断层线较清楚，断层性质不明，形成盆地北部边界。

（五）花海凹陷二级构造及局部构造特征

花海凹陷是花海—金塔盆地研究程度最深的凹陷。1981年以来，盆地的油气勘探主要集中在本区，在面积约700平方公里的范围内，开展了地震详查，完成24次覆盖地震剖面1463.45公里，凹陷内地震测网基本上达到了1×1公里，地震解释作图完成 T_7（相当于第三系底）、T_8（相当于 $K_1x_2^2$ 底）、$T_9^上$（相当于 $K_1x_2^1$ 底）、T_9（相当于 $K_1x_1^2$ 底）、T_{10}（相当于 $K_1x_1^1$ 底）、T_S（相当于 J_3c 底）六层构造图。现仅附3张作为阅读本节局部构造时的参考。

1. 二级构造带划分及其特征

花海凹陷二级构造带的划分，随着研究程度的加深，认识也在不断更新。

1981～1983年4月，黄淮等根据 T_8 层（相当于 K_1x_2 底）的构造形态，将花海凹陷分为东部背斜带、中央向斜带、西部断褶带三个二级构造带，三个构造带均呈北西向平行排列，将凹陷三分，各占凹陷的三分之一。中央向斜带西断东褶、南深北浅，位置与生油相带迭合。东、西两构造带紧邻生油凹陷，其中由构造因素控制的背斜、半背斜、鼻状构造和断块及由地层、岩性因素形成的圈闭，是油气聚集的有利场所。

1983～1984年2月，毕传滨等根据凹陷内发育的不同级别和不同类型的断层，将凹陷分为六个二级构造带，即远离边界断层的西、北两侧构成北部单斜带和西部单斜带。近边界断层为凹陷的中心部位构成中央向斜带。西北部逆冲断裂带形成一系列与逆冲断层相关的圈闭构造叫北部构造带。沿花11井西断层下降盘形成的以燕山期滚动和挤压为主的构造圈闭称之为东部构造带。沿花深2井北断层发育的断块圈闭称之为南部断块带。

1984～1985年，玉门石油管理局研究院李素其等对1982年以来所作的约1500公里的地震剖面作了解释，依据 T_7 层（第三系底）和 T_{10} 层（下白垩统底）构造特征，将花海凹陷划分为西部断褶带、南部断褶带、东部背斜带、北部单斜带和中央向斜带五个二级构造

带（见表5－4－4，图5－4－8）。其中东部、西部和南部三个二级构造带以断裂、褶皱发育为特点，是各类构造圈闭发育的主要场所。

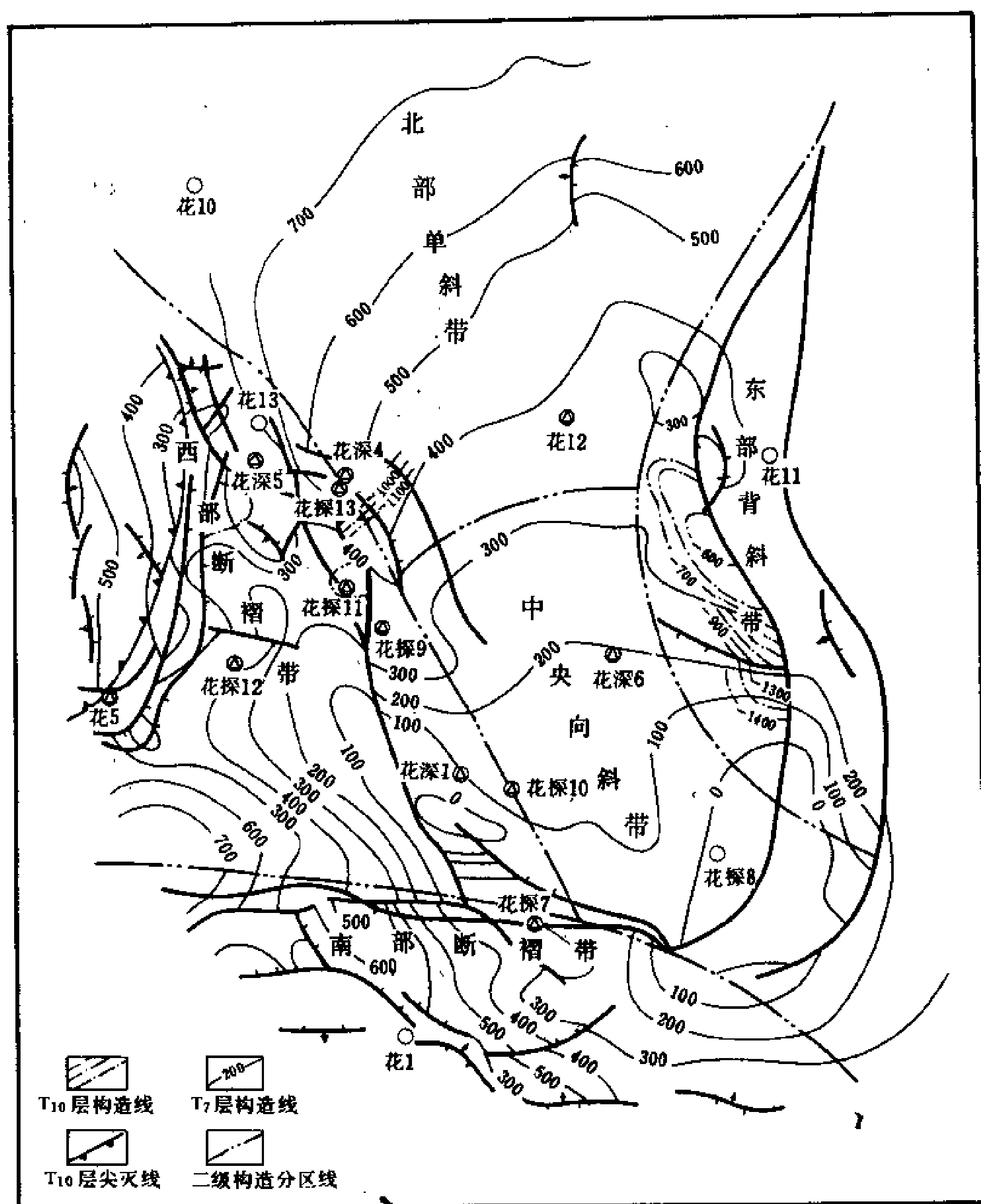


图5－4－8　花海凹陷二级构造带区划图

2. 局部构造特征

截至1985年，通过地震解释共发现各类圈闭构造24个，6层共计31个层圈闭，如图5-4-9、图5-4-10、图5-4-11。

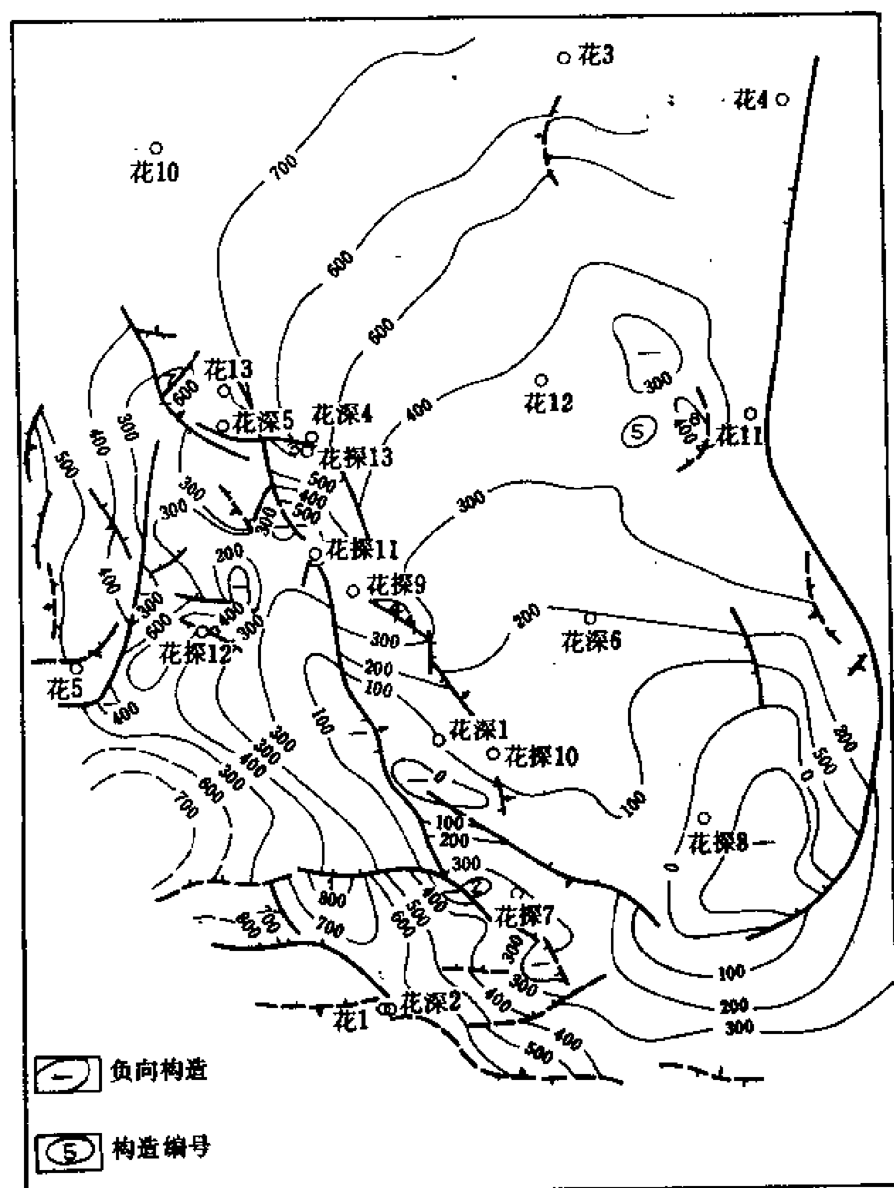


图5-4-9 花海凹陷地震T_7层构造图

花海凹陷局部构造的发育主要受断裂构造的控制，多集中在东部、西部、南部三个构造带。构造类型有断鼻、断背斜、断块、背斜、地层尖灭等圈闭型式。以断背斜所占比重最高，占总圈闭数的38.7%，而前三类与断裂有关的构造圈闭占圈闭总数的84%，可见构造圈闭的形成同断裂关系密切（表5-4-5）。局部构造以面积小、闭合度小、纵向上迭合程度差，层圈闭少为特点（见表5-4-6）。

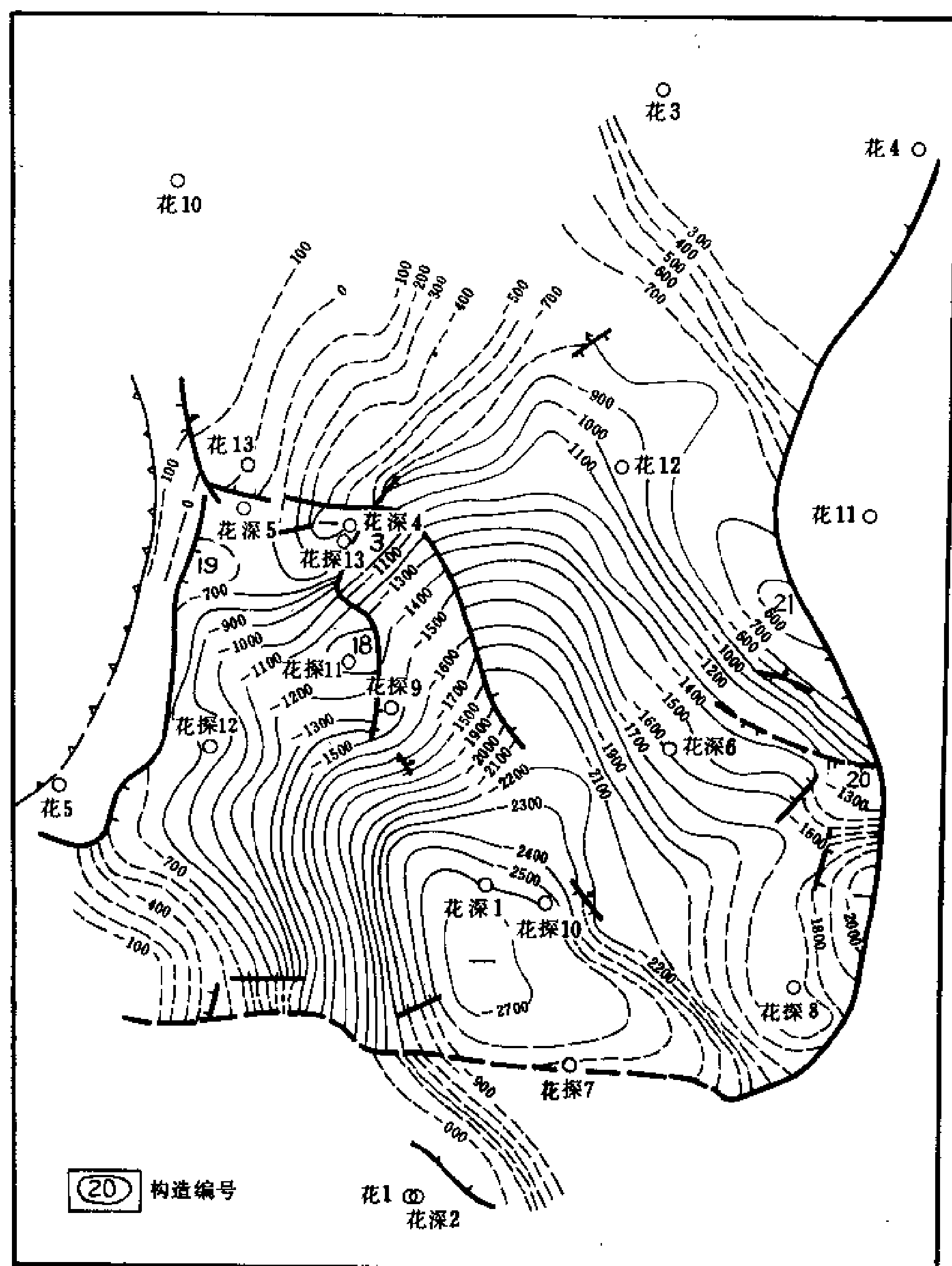


图5-4-10 花海凹陷地震T_{10}层构造图

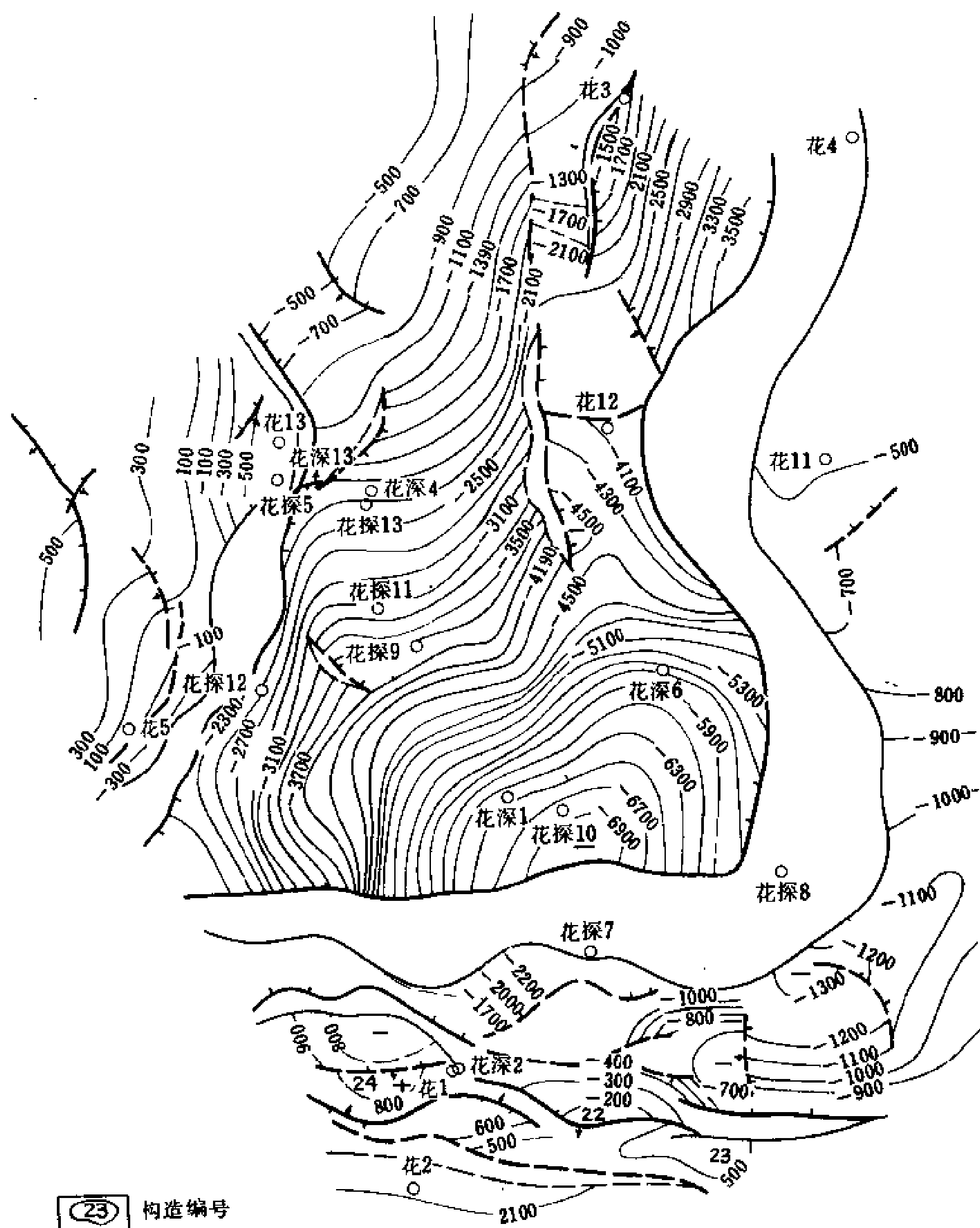


图 5-4-11　花海凹陷地震T_5换算层构造图

表5-4-4 花海凹陷各构造带特征表

名称	面积（km^2）	已发现构造	已钻井	构造特征
西部断褶带	260	8	花深4、5井 花5、10、13井 花探9、11、12、13井	此带东界在花深1井至花探13井一线。断层发育，褶皱明显，局部圈闭较发育
南部断褶带	110	10	花深2井 花探7井	此带范围较窄，限于花深1井与花深2井之间，近东西向窄长带展布。此带断层、局部圈闭较发育。
东部背斜带	60	6	花探8井	沿花11井西断层近南北向展布。该带断层不甚发育，局部构造的形成多与该同生断层的活动有关
北部单斜带	150	尚无	花12井 花10井 花4井	地处东、西两构造带之间，断层极少，构造简单，呈向北抬起的单斜，有形成岩性、地层油气藏的条件
中央向斜带	90	尚无	花深1井 花探10井 花深6井	夹于上述四构造带之间的呈北西、南东走向的负向构造。断层不发育，缺乏局部圈闭，但有形成岩性、地层遮挡的条件

表5-4-5 花海凹陷地层圈闭类型统计表

地震层位	圈闭数目	断背斜		断块		断鼻		背斜		地层圈闭	
		数目	面积（km^2）	数目	面积（km^2）	数目	面积（km^2）	数目	面积（km^2）	数目	面积（km^2）
T_7	7	4	4.2			2	4	1	0.59		
T_8	7	2	1.0	1	1.3	1	5			3	12.8
$T_9^{上}$	3			2	3.1	1	5				
T_9	6	1	1.5	1	1.8	2	17	1	7	1	2.5
T_{10}	5	3	9.2			1	7			1	1.25
T_s	3	2	7.5	1	6						
合计	31	12	23.4	5	12.2	7	38	2	7.59	5	16.55
所占百分比（%）		38.7		16.1		22.6		6.5		16.1	

表 5-4-6　花海凹陷地震局部构造特征表

构造号	地震层位	面积（km^2）	幅度（m）	类型	埋深（m）	长轴方向	所处构造带
1	T_7	1.5	100	断背斜	631	南东	南带
	T_8	0.5	100		882		
2	T_7	0.2	50	断背斜	1035	东西	南带
3	T_7	3.7	200	断鼻	678	南东	西带
	T_8	5	300		975		
	$T_9^{上}$	5	350		1175		
	T_9	5	700		1575		
	T_{10}	7	500		2225		
4	T_7	0.3	30	断鼻	910	北西	西带
5	T_7	0.59	30	背斜	895	东西	东带
6	T_7	0.5	30	断背斜	838	北西	东带
7	T_7	2	50	断背斜	465	北东	西带
8	T_8	1.3	100	断块	1880	北偏西	南带
	$T_9^{上}$	0.8	100		2185	北东	
9	T_8	0.5	100 0	断背斜	1465	南偏西	西带
10	T_8	5.3	100	鼻状构造	655	北西	西带
11	T_8	4.5	50	断鼻	1265	北西	南带
12	T_8	3		鼻状构造	1125	北东	南带
13	$T_9^{上}$	2.3	400	断块	1190	东西	南带
	T_9	1.8	400		1540	南西西	南带
14	T_9	7	50	背斜	2140	北偏西	东带
15	T_9	12	800	断鼻	1540	北西	南带
16	T_9	2.5	150	断鼻+地层尖灭	1040	南偏西	东带
17	T_9	1.5	50	断背斜	1570	东西	西带
18	T_{10}	1.25		挠曲	2400	东西	西带

续表

构造号	地震层位	面积(km^2)	幅度(m)	类型	埋深(m)	长轴方向	所处构造带
19	T_{10}	1.4	30	断背斜	1932	东西	西带
20	T_{10}	1.8	100	断背斜	2516	南西	东带
21	T_{10}	6	150	断背斜	1850	北西	东带
22	T_5	3	150	断背斜	1628	南偏西	南带
23	T_5	4.5	100	断背斜	1065	东西	南带
24	T_5	6		断块	5 78	东西	南带

(六)盆地形成演化史

花海—金塔盆地是在前侏罗纪一基底之上发育起来的中新生代沉积盆地。经过多年的油气勘探，对盆地形成演化史有如下认识:

加里东、海西构造运动使盆地南部下古生界和北部上古生界褶皱回返，在北部伴随着大量火成岩出现，构成了盆地的基底。

印支期　盆地基底整体抬升,遭受剥蚀,仅在旧寺墩西北部北山区发育晚三叠世沉积。

燕山期　是盆地断陷发育期。早期(J_{1+2})长期遭受剥蚀的盆地基底处于张应力场,以张断活动为主,产生了一系列北北东和近东西向的正断层,在这些断裂的控制下,形成了地堑地垒遍布盆地的地貌景观。断陷开始接受沉积,在盆地北部和南部发育河流沼泽相为主的中下侏罗统龙凤山群粗碎屑沉积。之后地壳上升,遭受剥蚀,形成中下侏罗统与上侏罗统之间的不整合接触。龙凤山群往往伴随着断裂出现。中期(J_3— K_1),地壳整体沉降,盆地西部沉降幅度大于东部,随着水体不断扩大、加深,晚侏罗世在盆地南北缘及盆地内部广泛发育山麓洪积—河流—沼泽—浅—半深湖相沉积。整体看来，盆地沉积中心在盆地西部花海地区。晚侏罗世末,盆地内发生不均衡构造运动,形成上侏罗统与下白垩统在不同地区具有不同接触关系。早白垩世时,盆地在持续沉降的总背景下,发生不均衡升降运动,形成南深北浅、西深东浅的沉积环境。随着各断陷湖盆水体进一步扩大和加深,广泛分布滨浅湖—半深湖相沉积,奠定了盆地的生油物质基础。早白垩世末，盆地抬升遭受剥蚀，形成下白垩统与上白垩统之间的不整合。晚白垩世初，盆地西升东降，西部遭受剥蚀。在东部广泛分布上白垩统洪积—河流相的红色碎屑岩建造;晚白垩世末至第三纪始新世,东部抬升,长期遭受剥蚀,形成上白垩统与第三系火烧沟组之间的区域不整合。

喜山期地进入拗陷发育阶段。本区受喜山运动影响,渐新世再度沉降,形成统一的盆地。早期,在盆地西部南缘发育洪积—河流相的火烧沟组红色碎屑岩沉积,沉积中心在盆地南缘火烧沟一带。中晚期,从为新世开始,盆地整体沉降,接受了分布广泛的中新统白杨河组和上新统疏勒河组湖相沉积。上新世末期,受喜山构造运动未幕的影响，厚达千米的第三系发生挤压变形，产生了大量的挤压褶皱和逆冲断裂，使盆地许多早期形成的张性断裂以逆冲断

裂的面貌再度活动。花海凹陷南部断褶带和西部断褶带发育了众多的断裂构造以及第三系与第四系之间存在的区域性不整合。

第四纪，盆地再度沉降，接受更新世和全新世洪积—河流相沉积，形成了盆地现在的面貌。

五、侏罗—白垩系沉积相分析

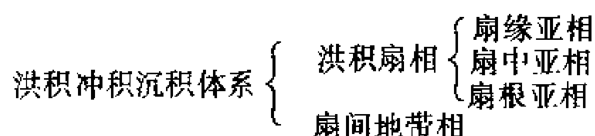
1981 年以来玉门石油管理局研究院开展的油气资源评价工作对花海凹陷侏罗—白垩系沉积相进行了较深入细致的研究。1981 ～ 1983 年彭荣华等对本区侏罗—白垩系井下剖面进行了沉积相分析，提出了"扇湖相接"的沉积模式。1983 ～ 1984 年，毕传滨等运用地震地层学的方法对花海凹陷的沉积相作了研究，划分了沉积相带。1984 ～ 1985 年玉门石油管理局研究院勘探室王新民等综合运用岩性、地震地层学、地球化学指标、电测资料、沉积结构和构造、岩石组合等相标志，划分了花海凹陷的沉积相带，对砂体分布作了预测。他们认为，分割性强的陆相小盆地必然是以凹陷为基本沉积单元，并以箕状断陷为其主要特点。

(一)沉积体系的划分及沉积特征

1983 年，彭荣华等将盆地的晚中生代侏罗—白垩纪沉积分为洪积冲积沉积体系和湖泊沉积体系。认为河流相不发育，即或有之，也是一些源近流短的河流，可归入洪积冲积沉积体系。

1.洪积冲积沉积体系及沉积特征

盆地周边沉积了一套大小混杂、分选很差、棱角—半棱角状的杂色砂砾岩，不整合于老地层之上，厚度可达 200 ～ 300 米，为洪积冲积沉积产物。沿山麓或凹陷斜坡呈带状展布。根据其内部的岩性组合、沉积结构和构造、粒度特征与电测曲线形态以及相序关系，可进一步划分为下列次一级相单元，即：



洪积扇沉积特征为：

(1)岩性特征

洪积冲积扇的岩性为一套棕红色、灰黄色砾岩、砂砾岩沉积、大小混杂，分选极差，棱角—半棱角状，成熟度很低，以粗碎屑物为其基本特征。在赤金北窑上侏罗统发育的洪积扇，砾石直径达 2 ～ 10厘米，最大可达1 米以上。花4 井取心证实，砾石直径也达1 ～ 2 厘米，最大可达5 厘米。

(2)沉积构造

侏罗—白垩纪沉积不整合于老地层之上，下粗上细，洪积层理较为发育。在扇中和扇缘部位，常具有水平层理、波状层理、单向斜层理、槽状交错层理。砾石呈叠瓦状排列，成层分布，底部有冲刷面。

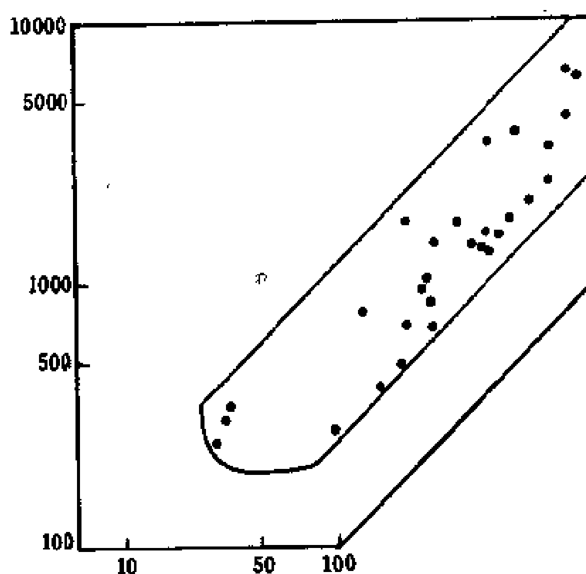


图 5－4－12　赤金北窑洪积扇C－M 图

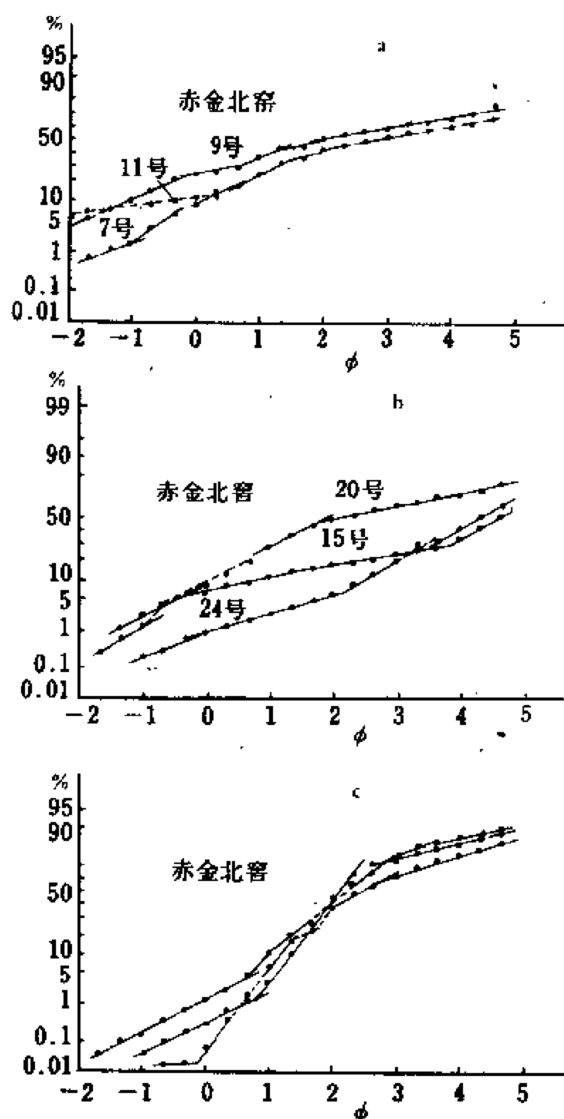


图5－4－13　赤金北窑洪积扇粒度概率曲线特征图

(3)粒度特征

据赤金北窑剖面 47 个点所做的C—M图象看，为一平行于 C＝M 的图象，颗粒很粗，C 值大部分在 1000μ 以上，分布区间广(图5－4－12)。从粒度概率曲线形态看，有两种类型：一为宽平多段式(图 5－4－13 a、b)，粒度区间广，为多直线段，呈一条平缓上凸或下凹的多折斜线，起点－2φ，粗细截点不明，几乎全为悬浮搬运，反映了洪积扇上泥石流沉积物的粒度特征。二为宽平三段式(图 5－4－13 c)，粒度区间广，起点－1φ，滚动、跳跃和悬浮之组分比较明显，粗细截点可辨，跳跃和悬浮组分含量较高，一般为 40% 左右。

(4)电性特征

从花 1、花 4、花 12、花 14 井岩电特征看(图 5－4－14)，扇根部位自然电位曲线形态一般为漏斗形—箱形，反映了含泥质，具泥石流特征。扇中部位一般以钟形为主，也见有箱形，反映了发育辫状河流的特征。扇缘部位岩性较细，一般为低幅平直的曲线形态。

(5)古生物组合

整个洪积扇上很少见古生物化石。扇

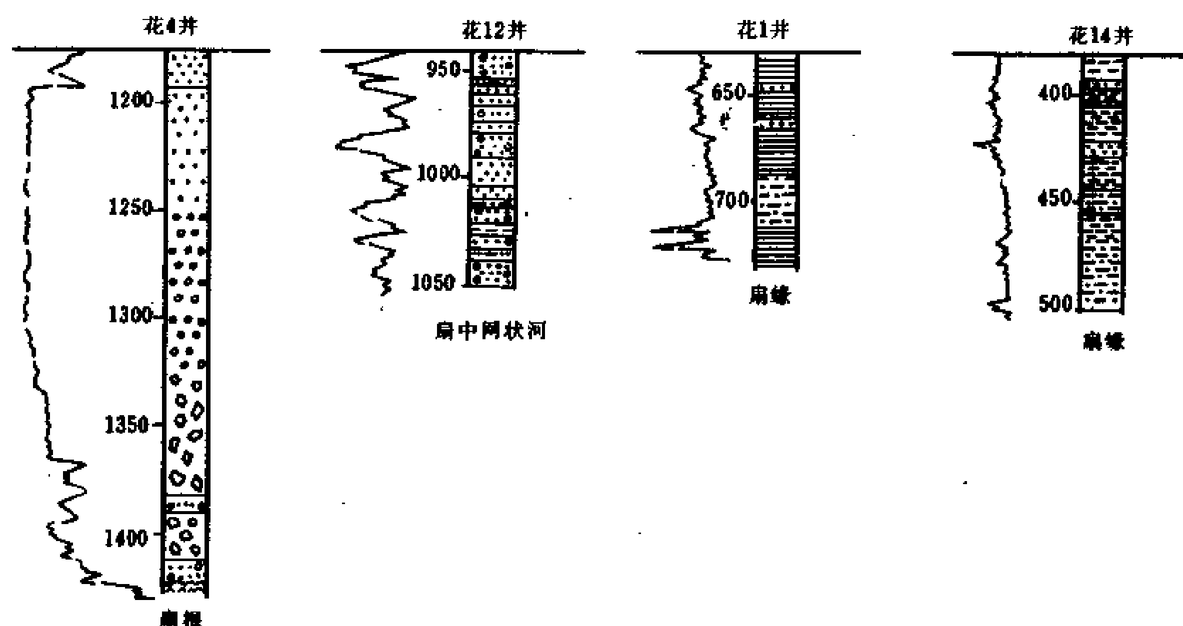


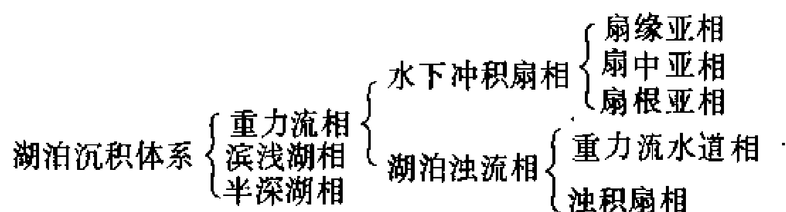
图5－4－14　洪积扇岩电特征图

中有时见炭化植物茎,扇缘有炭屑、煤线和零星植物碎屑。

2. 湖泊沉积体系及沉积特征

盆地的湖相沉积，除了半深湖、滨浅湖沉积外，由于搬运介质的能量很大，物源丰富，所以重力流沉积也很常见。发生顺序是先在湖泊的陡岸地带形成水下冲积扇，然后在重力或其它外力作用下,通过湖底狭谷向湖中心移动,形成湖泊浊积扇。在湖底狭长地带形成的条带状沉积,则为重力流水道沉积，这套粗粒度的重力流沉积夹在暗色泥质岩中。在泥页岩和部分砂砾岩中普遍含介形虫、腹足类、瓣鳃类、叶肢介、昆虫和植物等化石。

湖泊沉积体系可进一步分为下列相单元。



(1)水下冲积扇沉积

水下冲积扇具有密度流与冲积作用的双重特点。

① 岩性特征

水下冲积扇沉积以粗碎屑为主,粒度从扇根向扇缘逐渐变细,扇根、扇中以砾岩、砾状砂岩夹泥岩为主,而扇缘则以泥岩为主,夹砂岩透镜体,并见煤线,普遍含炭屑。与洪积扇的主要区别在于水下扇的岩石颜色较深,一般以灰色为主,常见湖相泥岩夹层,砂砾岩成熟度低,以钙质胶结为主。

② 结构构造特征

冲积扇是多个层序叠置而成的。以花3井为例，扇层序可分为A、B、C、D四个岩性段(图5－4－15)。

A相段:块状混杂砾岩相。砾石成分与基岩相同,分选差,棱角—半棱角状,砾径一般达2～7毫米,最大可达30～50毫米。下粗上细,普遍含泥质,与下部为突变接触。

B相段:砾状砂岩、粗中砂岩相。砾石成分同A相段,具正递变层理。

C相段:为泥质砂岩段,含植物化石碎片,见煤线。

D相段:为泥页岩相,普遍含炭屑及植物碎片。

以上四段岩性由湖盆边缘向内部依次出现且由粗变细，代表了冲积扇不同亚相的沉积特征或一次高密度洪水流的演化过程，而在纵向上的组合则代表了冲积扇的发生、发展和衰亡的历史，每个扇层序厚约1～7米。

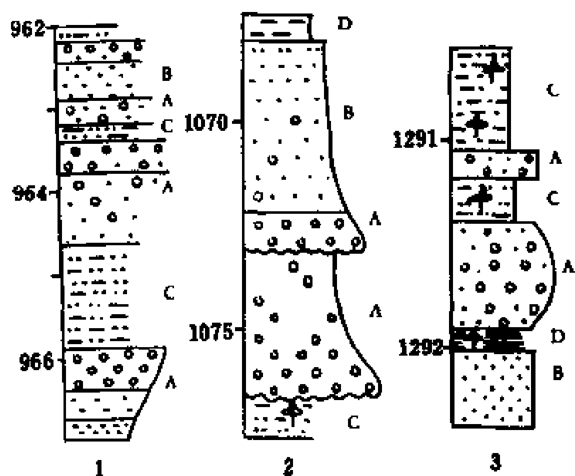


图5－4－15 花3井水下冲积扇沉积序列示意图

1—反旋回沉积序列; 2—正旋回沉积序列; 3—对称旋回序列

花海凹陷常见的扇层序主要为正旋回，次为反旋回和对称的完整旋回。在一个扇体

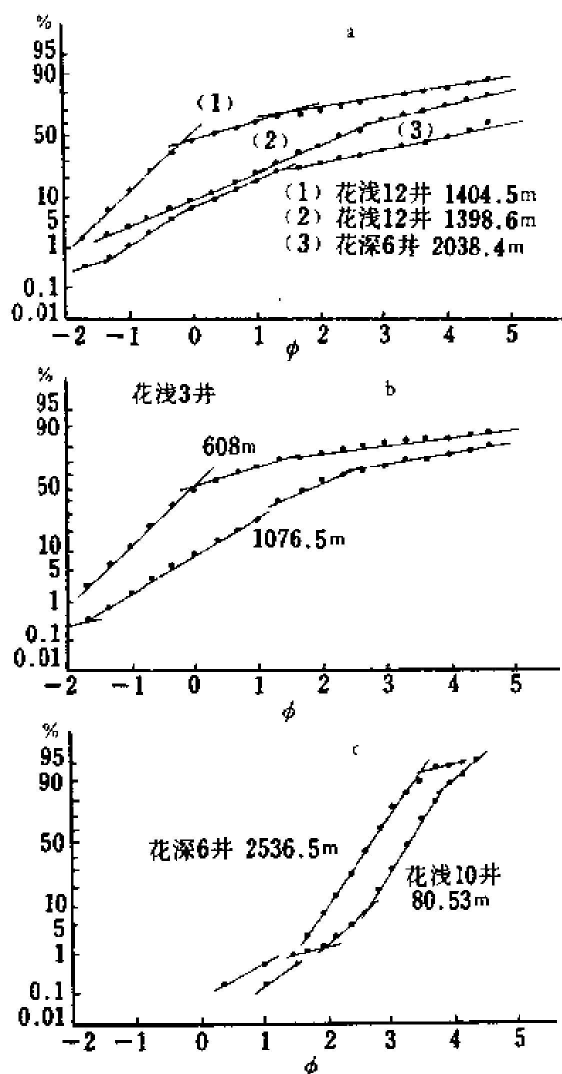


图 5－4－16 水下扇粒度概率曲线特征图

中，四个岩相段都出现的情况较少见，而以 A 相段最发育。

水下扇在扇根一般不显层理，偶见有块状层理，向上有水平层理、板状斜层理，槽状交错层理，并见有冲刷构造等。

③ 古生物

扇根未发现古生物化石，扇中或扇缘局部见炭化植物茎、煤线、炭屑等，偶见有植物碎片。所夹的湖相泥页岩中发育大量介形虫、瓣鳃类、腹足类等化石。

④ 粒度特征

概率曲线有三种类型：a.宽平多段式，由较平缓的直线组成，悬浮总体占绝大部分或全部，斜率平缓，说明分选差。粗细截点不明显，以悬浮搬运为主（图5－4－16a）。b.宽平三段式，粒度区间广悬浮组分含量很高，可达 50 ～ 70%，说明碎屑物的密度大，沉积速度快（图 5－4－16 b）。c.高悬三段式，起点大于零φ，滚动、跳跃和悬浮较清楚，跳跃组分含量高，达70 ～ 80%，斜率45 °～ 50 °，说明分选好（图 5－4－16 c）。

从花 3 井、花12 井和花深6 井的C－M 图象看，发育OP 和PQ 段，以滚动和悬浮为主，有少量递变悬浮（图5－4－17）。与酒西盆地湖滨冲积扇相比，多了滚动成分（图 5－4－18），这正反映了本区近物源、能量大、沉积速度快的特点。

⑤ 自然电位曲线特征

从花深 1 井、花深4 井岩电特征看（图5－4－19），扇根常见漏斗形曲线，扇中一般为箱形、钟形，而扇缘则常见低幅齿状曲线。

(2)湖泊浊流沉积

湖泊浊流沉积分重力流水道和浊积扇沉积。位于花海凹陷浅—半深湖相区的花深1井、花深4 井、花深5 井和花13 井井下均有发现，沉积特点为：

① 岩性特征

砾岩、砾状砂岩、粗中砂岩、粉砂岩夹在大套灰黑色、深灰色泥页岩中，以碎屑岩与泥岩组成的韵律沉积为特点。重力流水道积沉物较粗，以砾岩、砾状砂岩为主。浊积扇沉积物较细，以含砾砂岩、粉细砂岩为主。

② 沉积构造

花深 1 井、花深 4 井和花深 5 井取心证实半深湖相泥页岩中所夹的砾岩、砂岩具有鲍玛序列的六个层段。就六个层段的组合情况看，有三种：一是 A 递变段重复出现，这是常见形式，最后加上 B 段、C 段或 E、F 段，反映了近物源，物源丰富、沉积能量强的特点。二是以 A、B段组合形式重复出现，反映物源丰富，沉积能量较强。三是 A、B、C、D、E、F 段依次出现，形

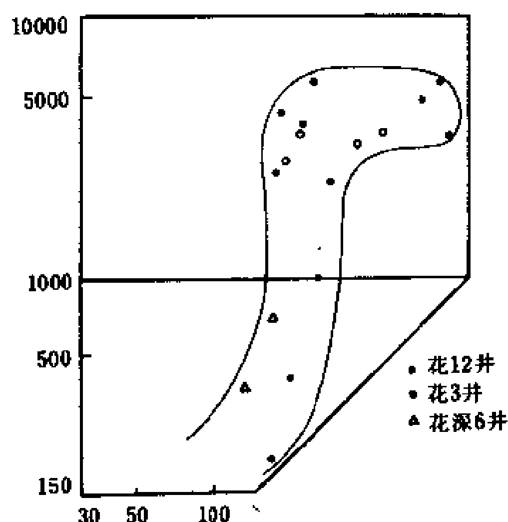


图 5-4-17　水下冲积扇C—M图

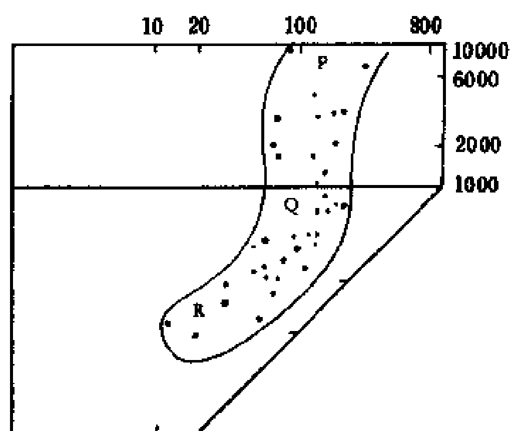
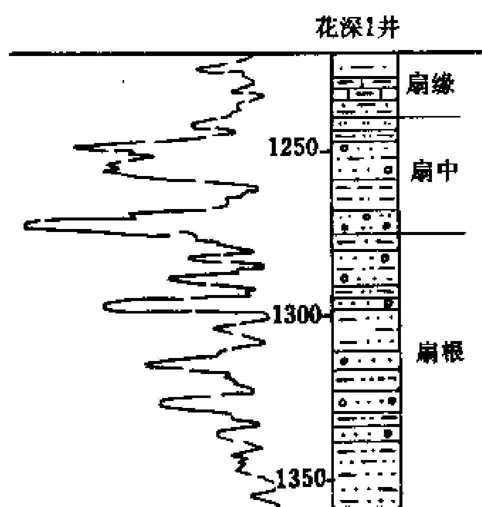


图 5-4-18　酒西盆地湖滨冲积扇C—M图



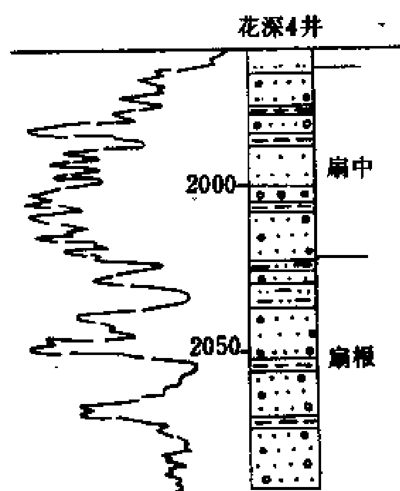


图 5-4-19　水下冲积扇岩电特征图

成比较完整的韵律，这种情况少见。浊流沉积的单个序列厚度一般是0.2～1米，个别达2～3米，属大中型沉积序列。

花海凹陷浊流沉积主要是A、B、C段，以A段常见。

③ 自然电位曲线特征

花深4井、花深1井和花13井重力流水道沉积以中幅漏斗形、指形曲线为主(图5-4-20)，而浊积扇是在平直的背景上，出现一套中、低幅组合，形态为齿化的漏斗形、钟形、箱形曲线等(图5-4-21)。

④ 粒度特征

从花深1井、花深4井、花深5井粒度概率曲线看，主要为宽平多段式，反映出沉积物的搬运属于悬浮机理，粒度粗，分选差(图 5-4-22)。从C—M图象看，分布平行于C=M线，属粒序悬浮(图5-4-23)。

⑤ 古生物

F段见较多的生物化石，如介形虫、瓣鳃类、腹足类等，A段偶见化石。

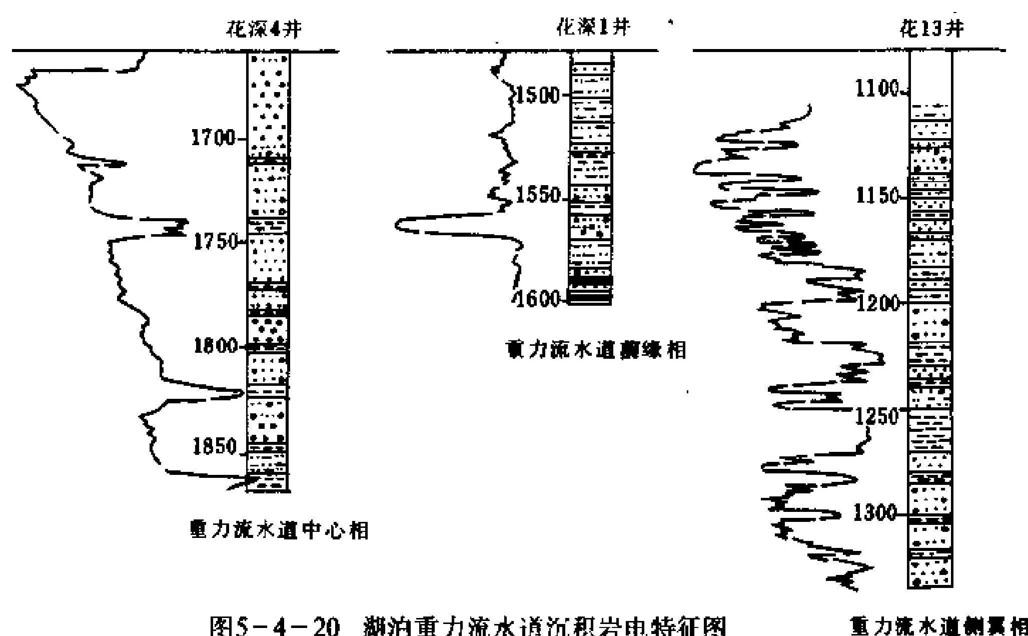


图5－4－20　湖泊重力流水道沉积岩电特征图

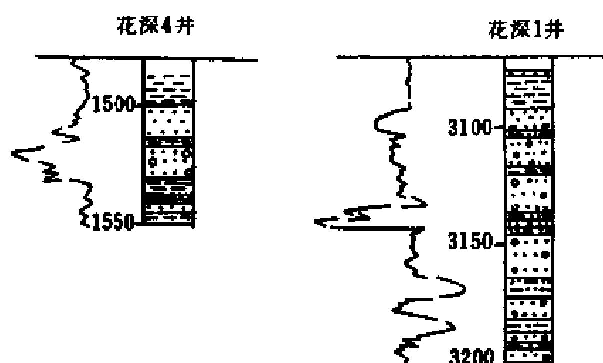


图5－4－21　湖泊浊积扇岩电特征图

(3)滨浅湖、半深湖相沉积

花海凹陷滨浅湖相陡岸部分岩性较粗，缓岸部分沉积较细，以中细砂岩和泥岩为主，偶见含砾砂岩的典型滨湖相沉积。滨湖相砂岩成熟度较高，石英含量在赤金北窑达45 ～55％，磨圆、分选均较好。在泥、页岩和个别砂砾岩中，见较多的腹足类、瓣鳃类、介形虫等化石，有的成层成堆出现。砂岩中见水平层理、变形层理、波状

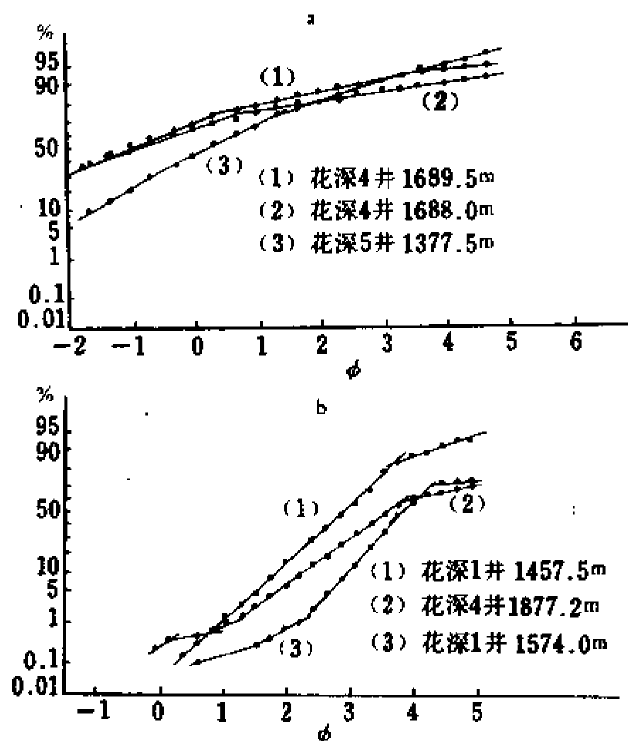


图5－4－22　湖泊浊积岩粒度概率曲线特征

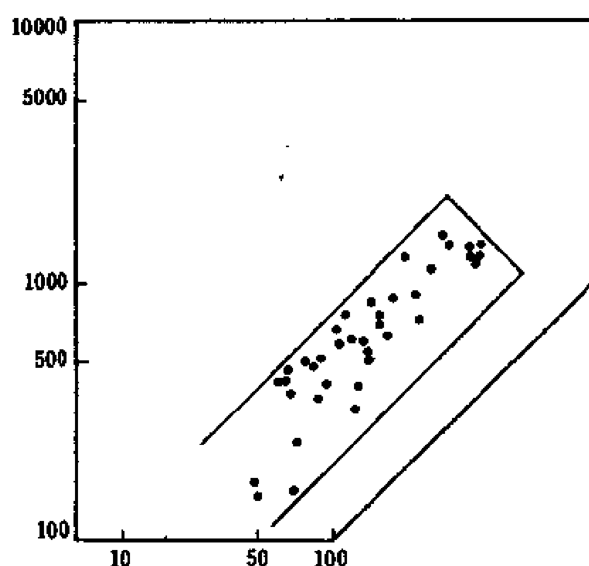


图5－4－23　花深1井湖泊浊积岩C—M图

层理，虫迹，球状构造和"江米条"构造等。这种"江米条"构造成圆筒状，成层分布，中空或有钙、铁质核心，可能是在滨湖动荡环境中凝聚而成。

半深湖相沉积为灰黑色、深灰色泥页岩、粉砂岩。水平层理发育，常夹有泥灰岩、油页岩，见保存较好的介形虫化石。泥灰岩中见叠锥构造。自然电位曲线平直（图5－4－24）。

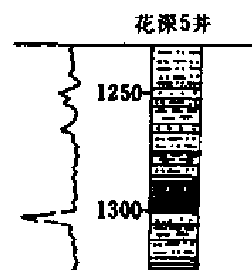


图5－4－24 半深湖相沉积岩电特征图

（二）沉积相平面展布特征

花海凹陷晚中生代沉积相的平面展布明显地受断陷形态控制，同时还受物源方向的控制。从图5－4－25～27中可以看出沉积与断陷湖盆的关系。另外，陡岸常发育水下扇（图5－4－28），缓岸发育滨浅湖相滩砂，沉降中心偏于边界断层一侧。花海凹陷晚中生代后期受来自北东方向主物源强供给的影响，沉积中心与沉降中心发生了偏移（图5－4－29）。

六、生油层

花海—金塔盆地已证实有生油岩大面积分布，且厚度较大。

（一）生油层系确定及生油岩研究

1959年，吕志良从沉积岩相分析，认为在盆地南部存在下白垩统，它具有良好的生油岩相条件，是盆地的重要生油层系，侏罗系属不稳定的小型内陆湖盆沉积，也可能成为生油层系。

1967年，玉门石油管理局井下处地质队对花海—金塔盆地进行了地面地质调查后认为：中下侏罗统龙凤山群为小型湖沼成煤环境，上侏罗统赤金堡组与下白垩统新民堡群为河、湖相砂、泥岩沉积，剖面厚度大，具备生、储油条件。根据盆地边缘剖面沉积条件，预测盆地内有类似的生油岩存在。根据以往数年的地球化学分析资料，赤北、宽北之下白垩统灰黑色页岩有

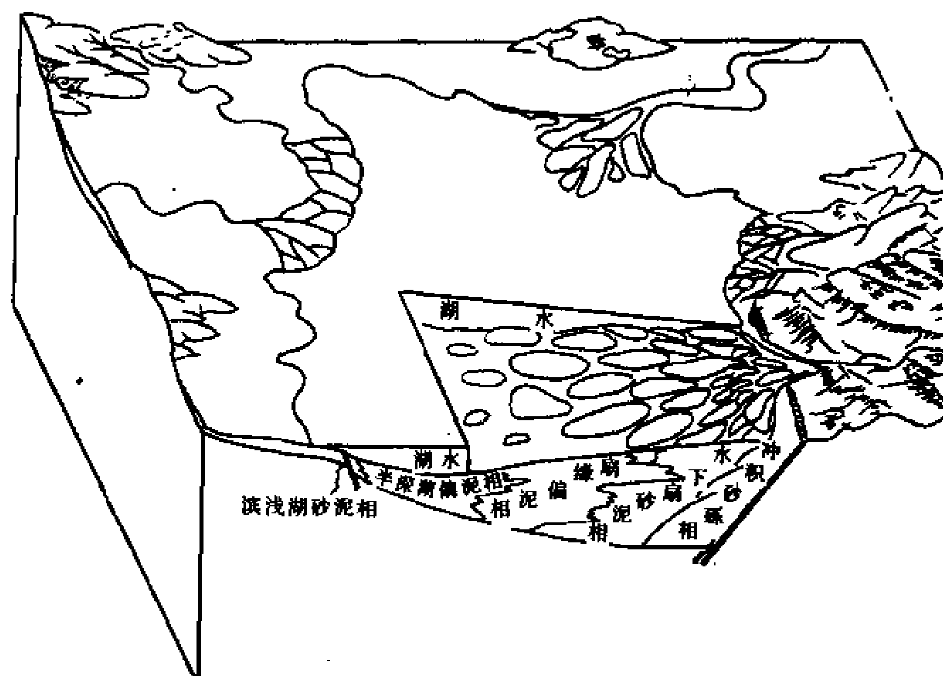


图5－4－25 花海凹陷下白垩统沉积模式图

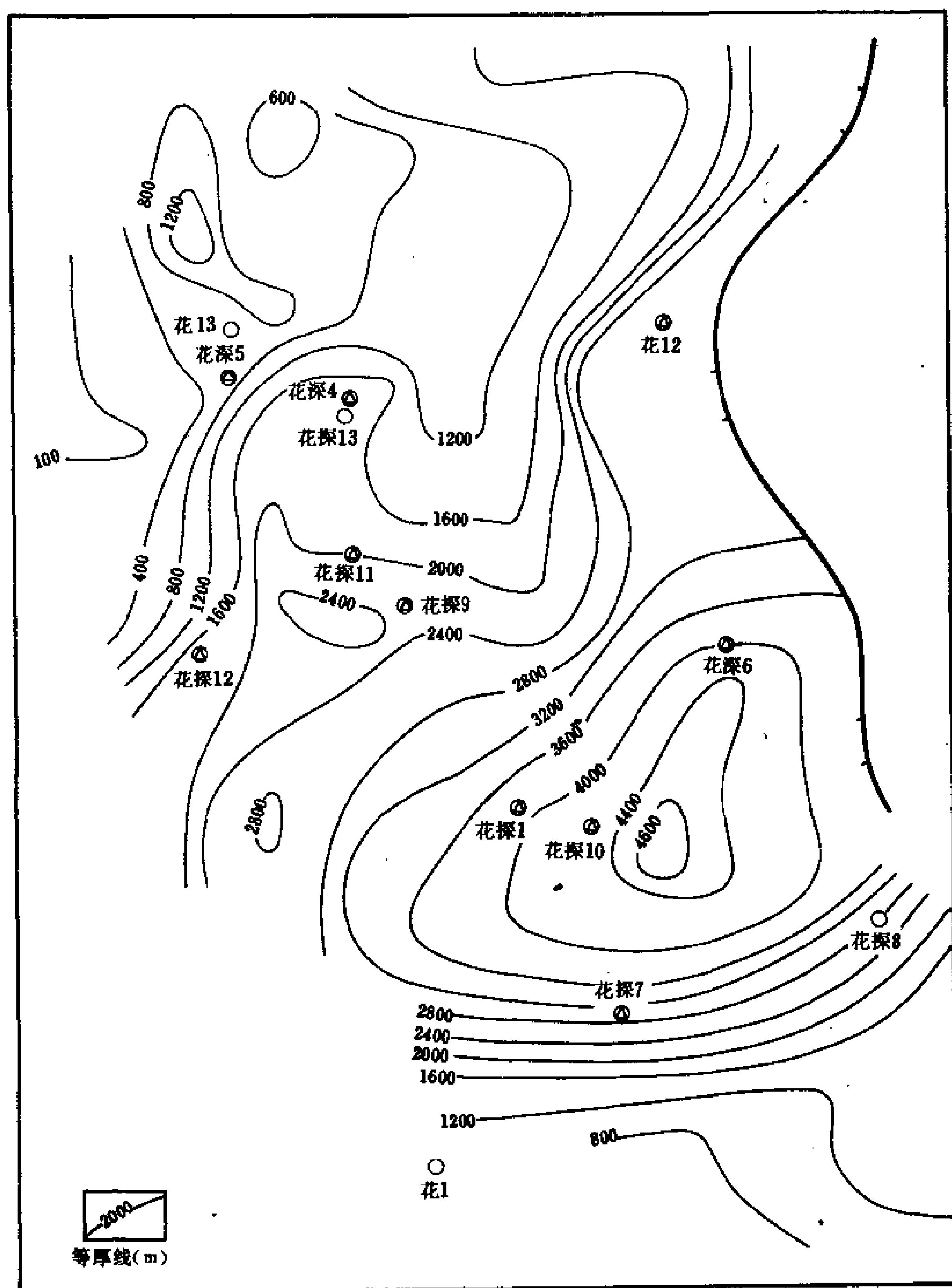


图 5-4-26　花海凹陷上侏罗统等厚图（T_{10} — T_5 层）

机碳高达 2.4%，下沟剖面有机碳含量为 0.6%，大部分地区有机碳含量均大于 0.4%。$Fe^{+2}/Fe^{+3}<1$，铁还原系数小于 0.6，他们认为下白垩统为一弱氧化环境的沉积产物，具有良好的生油条件。

1969 年，玉门石油管理局井下处地勘大队野外地质队研究了盆地的石油地质条件后认为：下白垩统是盆地区域性良好生油层，有机碳 0.54 ~ 7.12%，平均达 3.8%，氯仿沥青"A" 0.034 ~ 1.72%，平均 0.28%，花深 1、4、6 井，花 5、10、12、7 井取心见黑沥青、油页岩，花

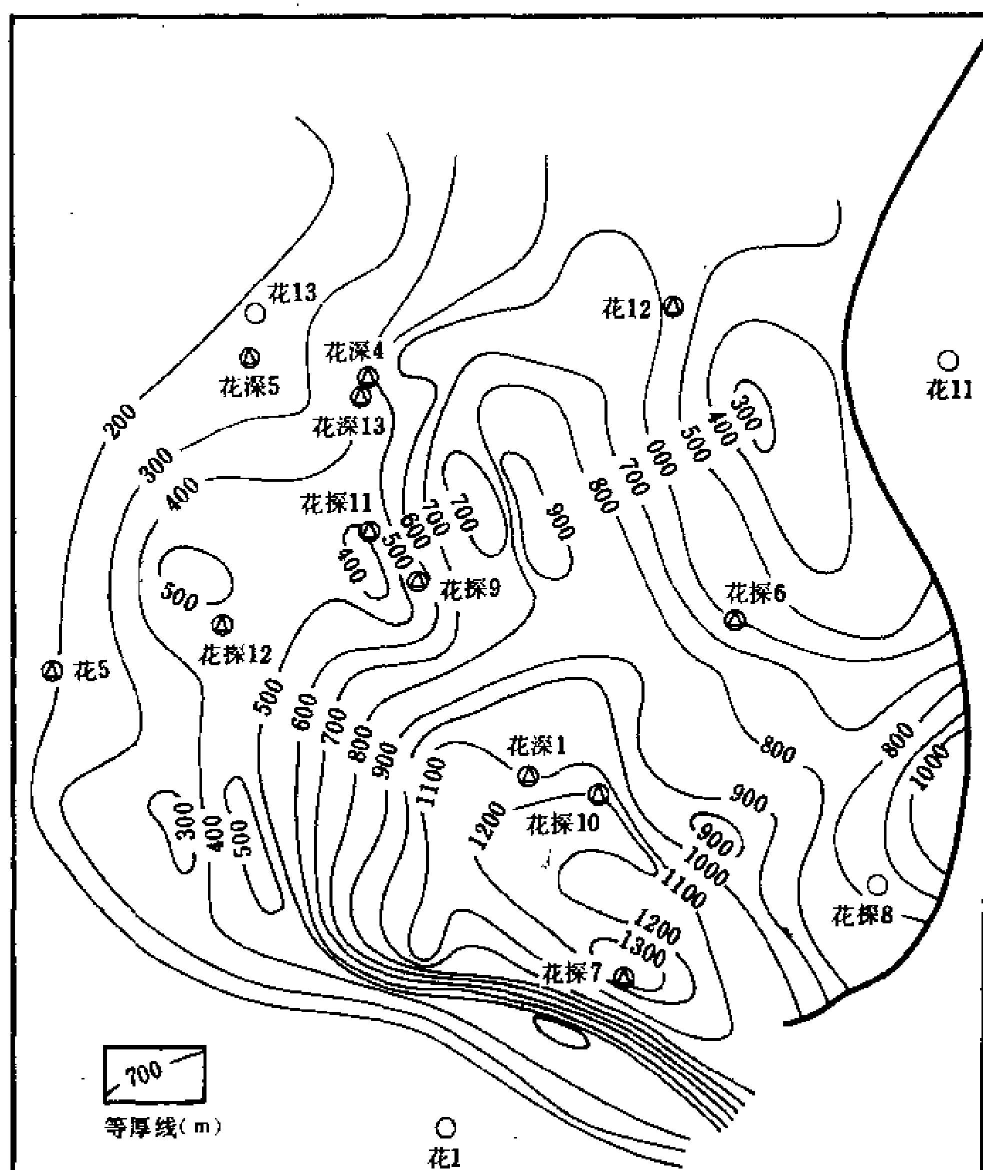


图 5－4－27 下白垩统第四段等厚图 (T_9—T_{10})

深 1 井1570 米以下泥岩所夹薄层砂岩中见新鲜油斑，都有力地说明下白垩统暗色泥页岩层发生过有机质向石油的转化过程，生油条件优越。他们还认为花海地区生油条件优于金塔地区，凹陷地区优于隆起秃顶地区，凹陷中央地带优于边缘地带，花海凹陷花深1井地区生油条件最好。

1974 ～ 1975 年，玉门石油管理局井下处综合研究队对盆地的生油条件作了评价，认为有利的生油条件表现为：(1)凡是凹陷处，均有生油岩，生油岩分布比较广泛，在凹陷中一般厚度可达300 米，其中以花海凹陷最好，一般达 700 ～ 800 米，生油岩面积约 400 平方公里。(2)生油岩有机物质丰富，保存条件好，还原硫平均值 0.269%，Fe^{+2}/Fe^{+3} 为 20.47，铁还原系数 0.127 ～ 0.35，均说明是良好的还原环境，有利于有机物的保存。(3)生油岩厚度大，钻井中见到油气显示，说明有过生油过程。花深 1 井录井剖面中长达 1000 多米的泥岩段见不同产状的油气显示达 715 处。

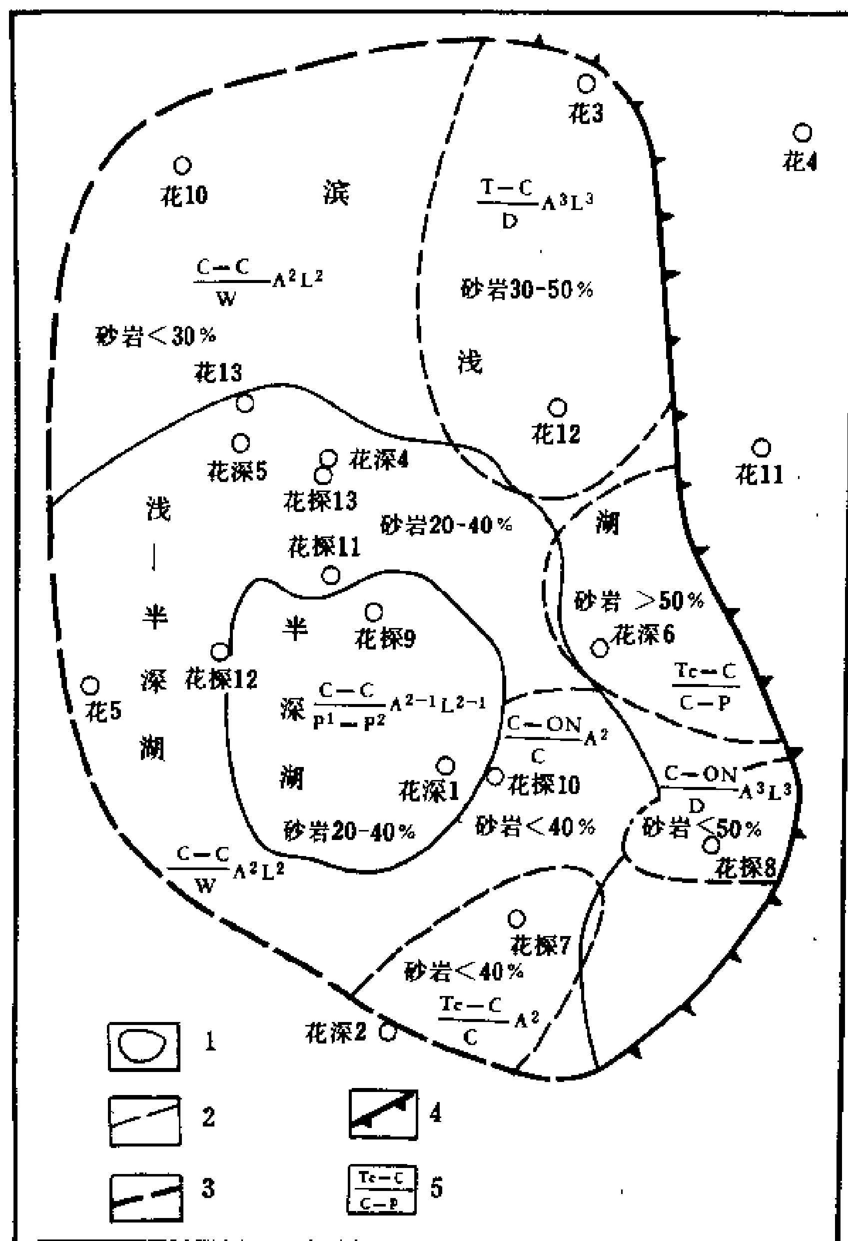


图 5-4-28 花海凹陷下白垩统第一、二段地震地质相及砂体预测图

1—相区界线；　2—推测砂体边界；　3—推测本段边界；
4—剥蚀边界；　5—地震反射特征

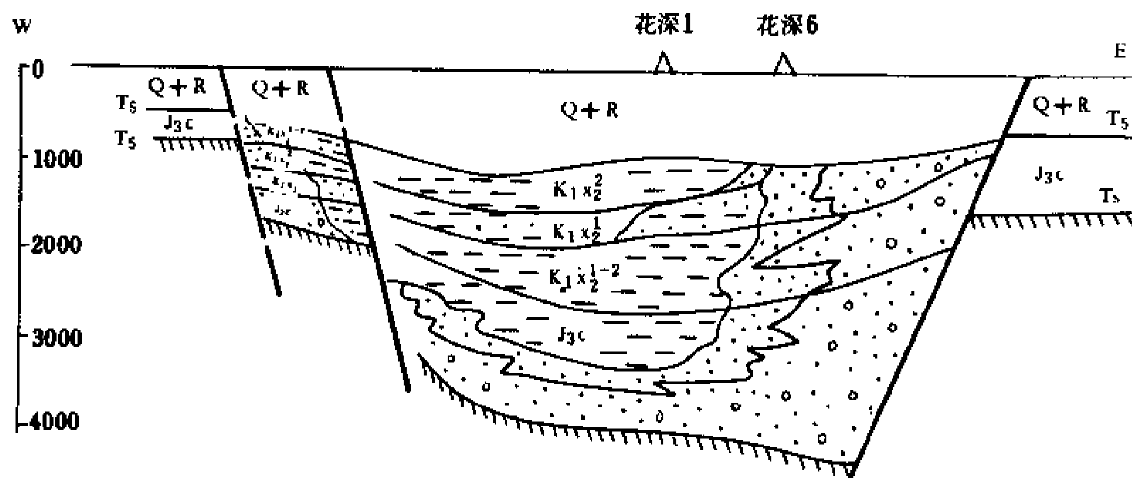


图 5-4-29 花海凹陷沉积特点示意图

1981年以来，玉门石油管理局研究院勘探室对盆地的生油条件作了评价，认为盆地在早白垩世为一持续沉降的、范围广阔的淡水湖泊环境，此时地壳运动稳定，气候湿润，各门类生物繁盛，在断陷湖盆的浅—半深湖沉积了厚逾千米的灰色、灰黑色富含淡水生物化石和黄铁矿的泥、页岩。这套地层井下分布广、有机质丰富、厚度大，为盆地奠定了雄厚的生油物质基础，各项地球化学指标分析证实这套生油岩生油条件优越。生油岩厚达1500余米。

1981～1983年，黄淮、李定才等对花海凹陷生油岩进行了研究与评价，做了大量的地球化学分析，项目有：有机碳、S^{-2}、Fe^{+2}、Fe^{+3}、酒精苯抽提物、苯甲醇抽提物、氯仿沥青"A"（含量、组分、族分、C、H元素、O、N、S元素、红外）、气相色谱、色质联用、干酪根（含量、镜下鉴定、镜质体反射率、C、H、O元素、碳同位素、红外、电镜、自由基含量）、热解色谱、镍卟啉、重芳烃+镍卟啉自由基含量、芳烃PAP等。他们认为花海凹陷的暗色泥岩是生油岩（见表5－4－7、表5－4－8），有些分析数据达到了中等甚至好的生油岩标准。他们以干酪根的元素分析（H/C、O/C）为主，热解色谱、镜下鉴定为辅，同时参考了其它资料，将花海凹陷生油母质类型综合定为蒂索的Ⅲ类或大庆研究院的$Ⅱ_B$类。以镜质体反射率为主要参数，辅以正烷烃奇偶优势（OEP值）、烃转化系数、干酪根自由基的相对含量等随深度变化的曲线特征，将花海凹陷生油门限深度定为1700米。小于1700米为未成熟阶段，1700～2200米为低成熟阶段，2200～3250米为高成熟阶段，大于3250米为过成熟或变质阶段（据花深1井）。

1983年4月～1984年2月，王安乔等配合资源评价对花海凹陷的生油问题作了专题研究，并写出《花海凹陷生油条件评价》专题研究报告。他们认为：花海凹陷下白垩统是主要生油层段，生油岩中的干酪根属于腐殖—腐泥型及腐泥型。干酪根类型分布受沉积相控制，同沉积相带近物源处干酪根类型差。半深湖相以Ⅰ型干酪根为主，浅湖相以$Ⅱ_B$型为主，滨浅湖相以$Ⅱ_B$至$Ⅱ_A$型为主。花海凹陷生油岩有机质丰度达到我国陆相生油盆地最高标准（见表5－4－9）。生油岩生油门限附近的产烃潜量（S_1+S_2），与其他盆地对比说明花海凹陷含Ⅰ型或$Ⅱ_A$型干酪根的生油岩产烃潜量均是最高的（表5－4－10）。综合各项资料，他们认为花海凹陷下白垩统生油岩与我国其它盆地相比，属中上等生油岩。有机碳指标过高主要是小型断陷湖盆陆源有机碎屑（炭屑）丰富所致。以镜质体反射率大于0.5%、OEP值小于1.2、最高热解峰温普遍达到435℃、热解氢指数开始有规律降低为标准，将花海凹陷中心部位花探9井、花深1井生油门限深度定为1400～1500米。他们认为花海凹陷生油岩成熟度中等，凹陷最深部位花深1井2856米，最大镜质体反射率只有1.196%，尚未达到生成凝析气或干气阶段。从干酪根降解生油的角度研究，凹陷深部位花深1井主要生油层段为井深1500～2450米，共950米左右。该井段内的生油岩目前正处于降解生油的过程中。早白垩世末期（距今100百万年），下白垩统底部即第四段在凹陷最深部位首先进入生油门限，而当今凹陷中部第二、三段生油岩的大部分，边部第四段生油岩以及第一段少量生油岩在花深1井周围进入生油门限，正处于热演化的高峰。下白垩统第一至四段，成熟生油岩范围依次扩大。他们用TTI法计算得出，花海凹陷生油门限大致在1300～1700米之间，边缘老地层抬升地区为1150米。干酪根降解终止线在井深2500～2800米之间，整个成熟生油岩面积达293平方公里，主要分布在花海凹陷的中、南部地区。

1983～1984年2月，玉门石油管理局研究院王巍等对花海凹陷生油岩的地球化学特征作了研究。总结了不溶有机质——干酪根的元素、红外光谱、热解色谱、常规显微镜鉴定、扫描电镜、碳同位素特征和可溶有机质族组分、氯仿沥青"A"红外光谱、正构烷烃、异构烷

表 5-4-7 花海凹陷生油岩判别表

项目 / 数值 / 类别	地球化学相 S⁼(%)	氯仿沥青"A"红外分析 1460cm⁻¹/1600cm⁻¹	2060cm⁻¹/1600cm⁻¹	1700cm⁻¹/1460cm⁻¹	1380cm⁻¹/740cm⁻¹	1380cm⁻¹/1460cm⁻¹	"A"族组分 饱和烃/芳烃
原油				0.007 ~ 0.020		0.25 ~ 0.36	
生油岩	>0.2	>4±	>2±	0.46 ~ 0.83	>0.5	0.23 ~ 0.34	>1
花海凹陷	$\frac{0 \sim 7.69}{0.31}$ 381	$\frac{1.04 \sim 6.24}{3.45}$ 8	$\frac{1.51 \sim 17.15}{9.13}$ 8	$\frac{0.22 \sim 0.79}{0.47}$ 8	$\frac{0.57 \sim 3.93}{2.07}$ 8	$\frac{0.32 \sim 0.43}{0.36}$ 8	$\frac{0.86 \sim 8.3}{3.60}$ 28
备注	$\frac{最小 - 最大}{平均}$ 样品数，选用花深 1、4、5；和花 5、13 五口井资料						

表 5-4-8 花海凹陷生油岩与一般陆相泥岩生油指标对比表

生油岩类别（陆相泥质岩）	有机碳 (ppm)	氯仿沥青"A" (ppm)	烃含量 (ppm)	烃/有机碳 (%)	氯仿沥青"A" % 有机碳	氯仿沥青"A"族组分 总烃(%)	非烃 + 沥青质(%)
好的生油岩	>10000	>1000	>500	>5	>9	>40	>60
中等生油岩	5000 ~ 10000	500 ~ 1000	100 ~ 500	1 ~ 5	5 ~ 9	25 ~ 40	60 ~ 75
差的生油岩	3000 ~ 5000	200 ~ 50	60 ~ 100	<1	<5	<25	>75
花海凹陷暗色泥岩	$\frac{1100 \sim 88300}{36000}$ 354	$\frac{140 \sim 17200}{1903}$ 56	$\frac{174 \sim 1332}{698.6}$ 28	$\frac{0.17 - 9.0}{2.69}$ 28	$\frac{0.3 \sim 38.7}{5.83}$ 28	$\frac{27.56 \sim 77.26}{55.42}$ 28	$\frac{22.74 \sim 72.49}{44.58}$ 28
备注	同上表						

表5－4－9　花海凹陷与我国其他陆相盆地有机质丰度对比表

盆　地		层　位	有机质丰度		
			有机碳（%）	氯仿"A"（%）	总烃（ppm）
松辽盆地		青一段	2.98	0.533	4030
		青二、三段	0.69	0.051	470
辽河西部凹陷		沙一段	1.766	0.22	1050
		沙三段	2.55	0.237	1190
二连盆地（赛1井）		巴颜花组上	0.57	0.025	77
		巴颜花组中	1.25	0.1883	901
		巴颜花组下	0.52	0.0764	417
花海凹陷	花深1井	新民堡一段	3.56	0.1788	936.5
		新民堡二段	2.86	0.1439	871
		新民堡三段	3.13	0.1437	841
		新民堡四段	2.43	0.1187	768.5
	花探9井	新民堡一段	5.26		
		新民堡二段	5.9		
		新民堡三段	3.7		
		新民堡四段	2.91		
总平均			3.6（163块）	0.1229（30块）	724.6（30块）

表5－4－10　花海凹陷与我国其他凹陷生油潜量对比表

盆地	井号	层位	井段（m）	干酪根类型	产油潜量（mg烃/g）	样品块数
辽河西部凹陷	马深1	沙1－3	2500～2900	Ⅰ	14.75	6
	双深3	沙3	2500～3214	$Ⅱ_A$	13.03	14
泌阳凹陷	泌80	核2－3	1610～1772	Ⅰ	20.4	8
		核2－3	1510～2010	$Ⅱ_A$	12.2	8
二连盆地	阿1	巴颜花组中细段	1234～1354	$Ⅱ_A$	8.67	7
	阿3	巴颜花组中细段	1190～1370	Ⅰ	11.38	3
花海凹陷	花深1井	新民堡1段	1290～1465	$Ⅱ_A$	18.19	3
	花探9井	新民堡1－2段	988～1400	$Ⅱ_A$	23.61	7
		新民堡1－2段	1086～1400	Ⅰ	42.31	18

烃、甾、萜烷特征等。他们认为："花海凹陷半深湖相生油岩母质类型在纵向上、横向上均分布有Ⅲ—Ⅰ型干酪根。滨浅湖相生油岩生油母质类型较差，主要为Ⅲ—$Ⅱ_B$型，总面貌是花深1井、花深4井一带至花5井以东，花深6井以西范围内较好。不溶有机质与可溶有机质的特征基本反映了Ⅱ—Ⅰ型 酪根特征，且以$Ⅱ_A$型为主。花10井、花3井一带及凹陷周边最差，

基本反映了Ⅲ类干酪根特征，花12井、花13井一带中等，基本反映了$Ⅱ_B$型干酪根特征"。根据有机质随埋深增加所表现出的不同变化特征，他们以花深1井为例，将花海凹陷生油岩有机质演化分为四个阶段(见图5－4～30)：

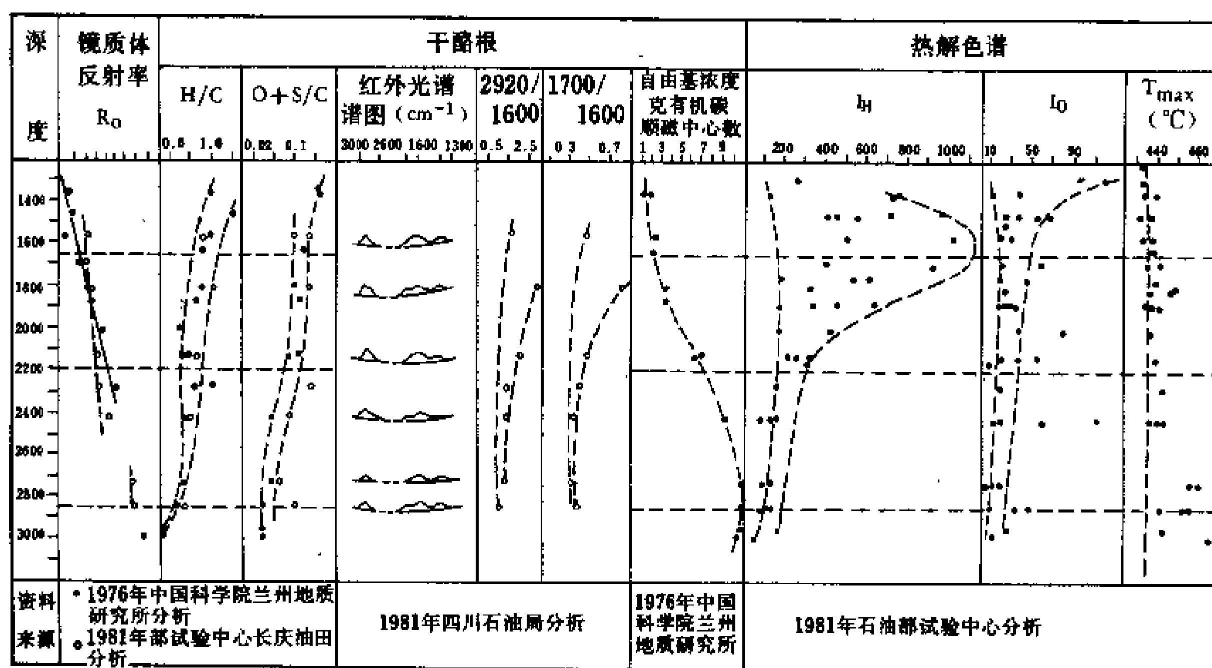


图5－4－30　花海凹陷花深1井干酪根与埋深关系图

(1)未成熟阶段(埋深＜1650米)

此阶段埋深浅，温度低，有机质尚未发生或仅初步发生转化，各分析指标随埋深变化不大，烃/有机碳＜2.5，卟啉α/β＜2.5，热解色谱分析S_2达最大值(40～50毫克/克，一般＞25毫克/克)，I_p＜0.02；最大热解峰温T_{max}大多小于435℃，I_H为500～1111毫克/克，干酪根自由基浓度＜3.0×10^{19}/克，正烷烃保持明显的奇偶优势，主峰碳多在C_{21}，OEP值一般大于1.4，异烷烃Pr/nC_{17}＞1.0，萜烷Tm/Ts为1.75，镜质体反射率为0.40～0.52，此阶段以生成甲烷气为主。

(2)低成熟阶段(1650～2200米)

随埋深增加，为有机质向烃类转化提供了必要的温度条件，有机质热解增强，各分析指标的含量开始变化，烃/C增至3.0～4.0，卟啉α/β增至4.25，热解色谱分析S_2降至5.0～6.0，I_p增至0.07，T_{max}为440℃，I_H降至250～300毫克/克，干酪根自由基浓度增至6×10^{19}/克，正烷烃奇偶优势逐渐消失，主峰碳为C_{21}或C_{23}，OEP＜1.2，异烷烃Pr/nC_{17}、Ph/nC_{18}＜1.0，镜质体反射率＜0.8，此阶段主要生成重质油。

(3)成熟阶段(2200～2850米)

埋深加大，温度增加，有机质在温度作用下转化速度增大，有机质热催化降解作用不断增强，干酪根继续降解，重质烃C—C键发生断裂，生成轻质烃，烃/有机碳增至5.0，卟啉α/β至2700米达6.0，热解色谱分析S_2降至2.0～3.0毫克/克，并趋于稳定，I_p增至0.25～3.0，T_{max}为455℃，I_H降至100～120毫克/克，且趋于稳定。干酪根自由基浓度增至10.0×10^{19}/克，正烷烃奇偶优势消失，主峰碳前移至C_{19}，OEP为1.0，萜烷Tm/Ts为0.63，镜质体反射率＜1.1，此阶段以生成轻质烃为主。

4)高成熟阶段(>2850米)

温度随埋深增加而继续增高，烃/有机碳开始降低，至2965米仅1.28，镍卟啉在高温下已遭坏已不存在，热解色谱S_2略降，至2998米降为0.96毫克/克，I_p增至0.435，I_H降为51毫克/克，干酪根自由基浓度稳定在10.0×10^{19}/克，萜烷Tm/Ts为1.18，镜质体反射率增至1.46，此阶段以生成湿气及凝析油为主。

综上所述，人们普遍认为下白垩统是盆地的主要生油层系，上侏罗统是次要生油层系。下白垩统生油岩质量、丰度、成熟度和转化条件优良，可与酒西盆地媲美。

(二)油气运移及分布规律

花海凹陷生油条件优越已为不同研究者所公认，但对油气运移问题长期争论不休，认识不一。过去曾有不少人对花海凹陷是否发生过排烃表示怀疑。

1983年4月，黄淮等在其研究报告中对花深1井的泥岩压实作了探讨，认为"花海凹陷泥岩在压实过程中，存在着孔隙流体高压异常现象。现在了解到至少有两个这样的异常带。它们在各自的压力释放阶段，分别接近被压缩体积的6%和5%的势头排驱孔隙流体，第一次压力释放的深度和烃类成熟的深度构成了很好的配合，从而使生成的烃类能够及时地从母岩中排出。"即他们认为花海凹陷是有排烃条件和动力的。

1983～1984年2月，王安乔等对花海凹陷的排烃率作了研究。排烃率反映生油岩排烃能力的大小。他们认为"一个含油气盆地排烃量的多少不但取决于生油量的大小，而且还同生油层与储集层的组合情况、储集层的物理性质、断层、裂缝、节理的发育程度、粘土矿物对油气的吸附性质、生油岩的压实程度等多种地质因素有关，这些因素综合反映在排烃率的大小上"。他们采用花探9井的烃指数(S_1/有机碳)平均变化曲线来求排烃率，得出花海凹陷的排烃率约为80%。与辽河马深1井(排烃率63.7%)、南阳泌80、泌72井(排烃率63～65%)、江汉广深1井(排烃率62%)比较，花海凹陷排烃率是很高的。他们认为这么高的排烃率与其地质条件有关，有利条件有三：一是花海凹陷多为近物源碎屑沉积，花探9井碎屑岩约占地层总厚30～45%，有利于烃类排出。二是早白垩世末期及晚第三纪强烈的构造运动产生的动压力及大量裂缝、断层，擦痕面都是烃类排出生油岩的原动力及有利通道，凹陷内花深1井、花深6井、花深5井、花12井泥岩裂缝面均见原油，尤其是前两口井近千米的井段中，泥岩裂缝面、擦痕面普遍见新鲜原油，说明了裂缝、节理，擦痕面等在排烃中的重要作用。三是根据花探9井泥岩声速时差—深度关系曲线，声速时差由1000米附近的340微秒/米急速降低至2500米附近的210微秒/米左右，2500米以下声速时差基本稳定不变，这反映了泥岩孔隙度的变化状况，这一变化段与大量生油段(1400～2500米)配合非常一数，在生油岩孔隙变化段里，大量的孔隙水及晶间水被排出，随之生成的烃类也擦大量带出了生油岩，使花海凹陷生烃段与排烃段配合理想。但总的说来，是后两个条件在排烃中起主导作用。

1984年，王巍等根据地球化学、录井及试油资料，对花海凹陷生油岩排烃问题、油源对比作了研究，他们认为：

第一，花海凹陷生油岩已排烃，其根据是：(1)花探9井试油于1558.6～1575.0米井段日产油206升。(2)钻井录井中见大量油气显示。(3)热解色谱分析$S_1<S_2$(成熟生油岩)，表明生成的烃已排出，否则$S_1>S_2$。(4)据生油岩抽擦物与埋深关系分析(见图5－4－31)，正常增加趋势为每克有机碳应生成的烃量，低于此趋势则意味着烃已排出。1750～2250米左右存在低于此趋势的现象，且1750米左右、2000米左右及2250米左右出现排烃高峰(2400米以下资料少，尚待研究)，证明有一定量的烃已发生运移。

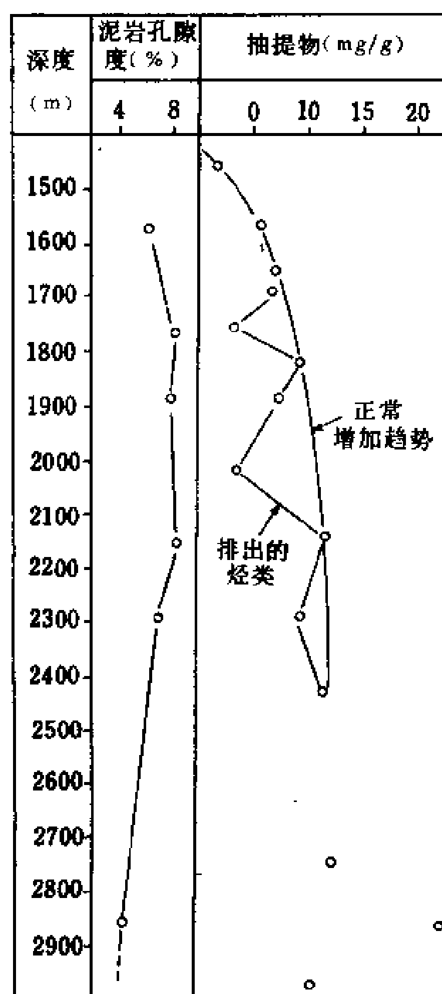


图5－4－31　花深1井抽提物与埋深关系

第二，成熟阶段排烃量小，其根据是：(1)族组分分析饱和烃含量偏高，非烃加沥青质含量偏低，说明排烃量小，残留量大。(2)目前研究认为深层的油气生成后，主要由蒙脱石向伊利石转化脱水，使生油岩内压增大(产生微裂隙)排出大量层间结晶水，为油气的初次运移提供了通道和介质。花深1井粘土矿物分析表明花海凹陷下白垩统新民堡群暗色泥岩中无蒙脱石存在，油气生成后，无提供大量运移通道与介质的条件，仅依靠水热增压及烃类气体膨胀作用向储集层内运移，因此排烃量则相对减少。

第三，花海原油为比重小、高含蜡的陆相原油(见表5－4－11)。具低沥青质、低非烃特点(见表5－4－12)。轻组分高，Pr/nC_{17}与Ph/nC_{18}值低(见表5－4－13)。花探9井1558.6～1575.0米井段产出的原油，可以同花深1井2285.62～2293.50米井段生油岩抽提物对比。

D. H. Welte研究认为：生油岩样品Pr/Ph，Pr/nC_{17}，Ph/nC_{18}减去原油样品Pr/Ph，Pr/nC_{17}，Ph/nC_{18}二者的标准偏差在±0.5以内，则对比关系好，在±0.1内，对比关系中等，在±1.0外，则无对比关系。花探9井原油与花深1井2285.62～2293.50米中段生油岩差值均在±0.5内(见表5－4－14)。

据地震资料对比，花深1井2285.62～2293.50米井段与花探9井1940～2050米井段生油岩相当，且原油族组分中烷烃含量高，非烃、沥青质含量较低，反映成熟阶段的特点，据此推断，花探9井1558.6～1575.0米井段产出的原油，属白垩系自生自储原油。

综合近几年不同研究者对花海凹陷油气运移特征的研究，结合地球化学，原油物性分析、油气显示等资料，我们对花海凹陷油气运移及分布规律有以下认识。

表5－4－11　花海凹陷原油物性表

井号	井深 m	比重 D_4^{20}	凝固点 (℃)	初馏分 (℃)	含水 (%)	含盐(NaCl) (mg/l)	含蜡 (%)
花探9井	1558.6～1575.0	0.8484	38.5	146.8	8.75	196.56	38.35

表5－4－12　花海凹陷原油族组成表

井号	井深 (%)	烷烃 (%)	芳烃 (%)	非烃 (%)	沥青质 (%)
花探9井	1558.6～1575.0	79.12	9.63	2.59	4.45

表 5－4－13 花海凹陷正、异构烷烃特征

井号	深度 m	正烷烃				异烷烃		
		碳数范围	主峰碳	OEP	$C_{21}^{前}/C_{22}^{后}$	Pr/Ph	Pr/nC_{17}	Ph/nC_{18}
花探9井	1558.6～1575.0	C_9～C_{35}	C_{21}	1.05	1.08	1.75	0.24	0.15

表 5－4－14 花海凹陷油源标准偏差表

油源对比项目	层位	Pr/Ph	Pr/nC_{17}	Ph/nC_{18}
差值	K_1x	－0.08	＋0.34	＋0.21

1.油气运移特征

(1)断裂是控制油气运移、聚集的基本因素。

花海凹陷的油气运移聚集和分布同断裂关系密切,严格受断裂作用的控制,花探 7、9 井的钻探证实了这一点。对物性较差的下白垩统来说,断裂沟通了生油层与储集层,并且改善了断裂带附近的储集层物性,同时形成与断裂有关的圈闭,有利于油气的运移和聚集。

(2)油气是多方向近距离运移

花海凹陷南北两侧钻探均发现有油气聚集、试油而获得少量油流的现象,证实油气向南北方向都有运移。而从花探 7、9 井所产原油属轻质高含蜡(见表5－4－11、5－4－13、5－4－15、5－4－16)分析,花海凹陷油气运移的距离不大,属自生自储原油。

2.油气分布规律

(1)从发现的大量油气显示可以看出油气分布与生油凹陷关系十分密切。处于凹陷最深部位的花探 1 井、花探 10 井油气显示最多、最好,向边部的花深4 井、花深5 井、花深 6 井、花 12 井等变差,而隆起部位的花 6 井、花 13 井、花 14 井等无油气显示。

(2)油气富集于断层附近的圈闭内,两口见油流井(花探 7 井、花探 9 井)均由断层遮挡形成了圈闭。

七、储集层及盖层

从盆地的形成演化史分析,发育多套储集层系。盆地发育早期(侏罗纪),地壳运动剧烈、分隔性强,沉积范围小,湖盆水体浅,沉积了一套以砂砾岩为主的粗碎屑,形成盆地的第一套储集层。盆地发育中期(早白垩世),湖盆范围进一步扩大,稳定下沉,水体加深,发育厚层暗色

表 5－4－15 花探7 井原油物性统计表

井号	井深 m	比重 D_4^{20}	凝固点 ℃	初馏分 ℃	含水 %	含盐量 NaCl mg/l	含蜡 %
花探 7 井		0.8210	22.0	118.9	6.0	196.6	21

表 5－4－16 花探7 井原油族组成统计表

井号	井深 m	烷烃 %	芳烃 %	非烃 %	沥青质 %
花探 7 井		78.54	4.49	0.36	3.85

泥岩，由于小湖盆，强供给，其中有浊积体，边部有水下扇体等多种储集层存在。盆地发育晚期（第三纪），长期遭受风化剥蚀，在渐新世早期再度整体沉降，接受了厚逾千米的第三系河湖相沉积，其中发育多套砂岩储集层。花海凹陷的储集层按储集空间类型可分为碎屑岩储集层和泥岩裂缝储集层两大类，按地层层序，可分为第三系、下白垩统和上侏罗统三大套，其中下白垩统又可分为四段。

（一）第三系储集层

1.疏勒河组（N_2s）

1975 年，玉门石油管理局井下处综合研究队就指出这套地层是盆地的储集层之一，在全盆地发育。岩性为棕黄、棕灰色砂岩，砾状砂岩夹砂质泥岩和泥岩。砂砾岩胶结疏松，胶结物为钙质、泥质。厚度变化大，从100多米到800 米。从岩心分析结果看，物性较好(见表5－4－17)。

表5－4－17　第三系疏勒河组储集层物性统计表

类别 / 统计值 / 井号	平均渗透率 (μm^2)	平均孔隙度 %	样品数 (块)
花2井	493.5×10^{-4}	17.9	4
花3井	3503.9×10^{-4}	32.3	1
花4井	3076.5×10^{-4}	22.5	3
花6井	7754.9×10^{-4}	27.7	3
花10井	16798.7×10^{-4}	26.4	13
花11井	4427.7×10^{-4}	18.9	3

2. 白杨河组（N_1b）和火烧沟组（E_3h）

第三系白杨河组和火烧沟组，虽然分布范围较之疏勒河组局限，尤其火烧沟组仅分布在花海凹陷南部一带，但在盆地中沉积较稳定，岩性、电性特征明显，易于识别，砂岩分选好，物性亦好，是盆地的重要储集层之一。

3.近年来研究较为详细的火烧沟组是一套冲积、河流相的棕红色砾状砂岩、砂岩，井下厚度一般为 20 ～ 30 米，物性较好，孔隙度最大可达34.2%，渗透率最大可达 8.57 平方微米，孔隙度一般大于25%，渗透率一般大于 9.87×10^{-2} 平方微米(见表5－4－18)。

表5－4－18　第三系火烧沟组储集层物性统计表

孔隙度范围	>25%	10 ～ 25%	<10%
分布频率（%）	74	21.7	4.3
渗透率范围 (μm^2)	$>9.87\times10^{-2}$	9.87×10^{-3} ～ 9.87×10^{-2}	$<9.87\times10^{-3}$
分布频率（%）	75	14.3	10.7

（二）下白垩统储集层

下白垩统在盆地广泛发育，各凹陷均有分布。

根据吕志良(1959)、玉门石油管理局井下处地质队(1968)、综合研究队(1975)以及中国海洋总公司毕传滨和玉门石油管理局研究院勘探室(1985)的研究，对于花海凹陷下白垩统的储集条件可以归纳如下。

1. 下白垩统储集层物性的总面貌

（1）低成熟：砂岩类型基本上属长石砂岩和杂砂岩类，几乎没有石英砂岩。是明显的近物

源、快速堆积特点。

(2)低孔渗：据434块样品统计，孔隙度一般小于20%，多数7～12.7%，大于15%的样品数低于30%，渗透率一般为9.87×10^{-4}～7.21×10^{-3}平方微米，最高可达9.87×10^{-1}平方微米以上，但小于9.87×10^{-3}平方微米的样品占71%(见表5－4－19)。总的来看属中低渗透类型。纵向上孔隙度变化的总趋势是自上而下孔隙度降低，浅层最大孔隙度一般为26%，而2000米以下最大孔隙度一般不超过15%。横向物性变化从7口井278块岩心分析统计，越靠盆地东边的凹陷，物性越好(表5－4－20)。

表5－4－19 下白垩统储集层物性统计表

孔隙度，%	<10	10～12.5	12.5～15	15～17.5	17.5～20	>20
样品分布，%	41.2	14.5	16.4	11.1	9.4	7.4
渗透率 μm^2	$<9.87\times10^{-3}$	9.87×10^{-3}～4.94×10^{-2}	4.94×10^{-2}～9.87×10^{-2}	9.87×10^{-2}～4.94×10^{-1}	$>4.94\times10^{-1}$	
样品分布	71.7	7.1	4.1	8.8	8.3	

表5－4－20 下白垩统储集层物性横向变化表

井号	渗透率，μm^2		孔隙度，%		井所在位置
	平均值	样品数	平均值	样品数	
花深1井	7.21×10^{-3}	183	7.7	181	花海凹陷
花深4井	6.91×10^{-4}	20	12.7	21	
花深5井	9.87×10^{-4}	14	8.5	14	
花深6井	1.09×10^{-3}	30	7.3	32	
花7井	1.50×10^{-1}	19	12.4	19	生地湾凹陷
花8井	7.50×10^{-3}	3	8.7	3	花深3井—花8井北凸起
花9井	2.37×10^{-1}	8	15.2	8	双古城凹陷

(3)微喉道：各井压汞资料表明孔隙结构很差(图5－4－32)。①喉道分选性差，所有压汞曲线均大致是35°～40°的斜线，没有可识别的平直段。②起始进汞压力(P)高，一

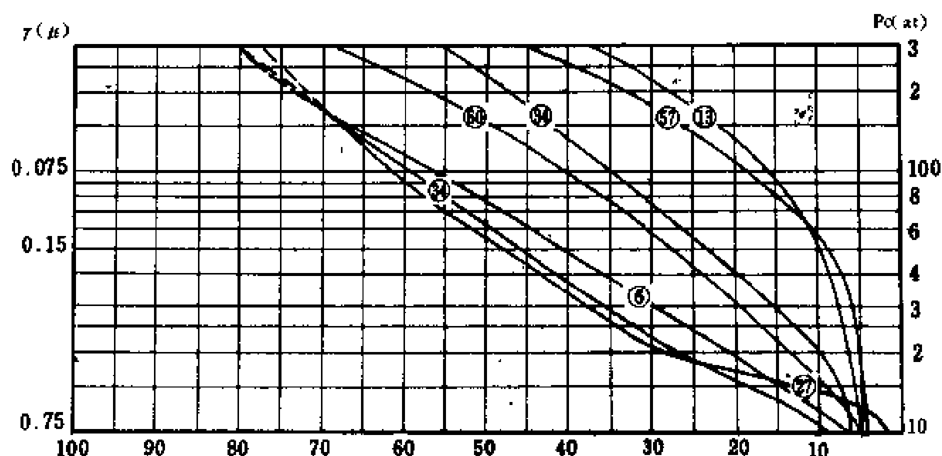


图5－4－32 花海凹陷花深1井下白垩统储集层毛管压力曲线特征

般高于10个大气压，即样品最大喉道半径(r_0)一般都小于0.75微米。③中值压力(P_{50})高，一般大于50个大气压，即喉道中值半径(r_{50})最大为0.15微米。④低汞饱和度，S_{Hg}(即进汞量占孔隙体积的百分比)约有四分之一的样品总S_{Hg}值为70～80%，另四分之一的样品小于50%，其它二分之一的样品在50～70%之间，也就是说多数样品的S_{Hg}小于70%。⑤低排出率。对两个样品进行了一次退压试验，退出的汞饱和度分别为21%和29%。

(4)强充填：电镜扫描观察砂岩孔隙度充填严重，岩石呈致密的块状外貌，很少见到粒间孔隙。孔隙充填物主要是方解石，次为多水高岭土、水云母和其它一些性质不明的粘土矿物。

2.下白垩统各段储集层物性面貌及分布

依据岩性、电性、地震反射特征和沉积旋回，下白垩统储集层从上至下可分为四段。

(1)第一段：主要分布于以花深1井为中心，南至花探7井、花探8井，北到花深4、5井，东到花深6井，西至花5井东一带，与地震层位的T_7～T_8层上部反射相当，以视电阻率低(一般小于15欧姆米)，幅度中等偏上的负电位异常(一般大于40毫伏)为特征。井下平均厚150米左右，岩性为灰白色含砾砂岩、砂岩夹灰黑色泥岩，属湖泊浊流沉积。因缺乏岩心分析资料，所以用组合测井解释方法来说明其物性，对花探10井这套储集层综合解释26处，统计资料表明其物性较好(见表5－4－21)。

表5－4－21　花探10井下白垩统第一段储集层物性统计表

孔隙度，%	>20	20～10	<10	解释层数(处)
样品分布，%	7.7	80.8	11.5	26

(2)第二段：北到花13井、花12井，东到花深6井，南抵花探7、8井，西到花5井一带均有分布。井下平均厚300米，为一套冲积、浊积成因的砂体。根据电测曲线判断从凹陷内部向边部储集层物性变好。从花深1井到凹陷南北的花探7井、花深4、5井一带，自然电位异常幅度增大，达40多毫伏。岩性由灰黑色泥岩、泥质砂岩、砂岩、粉砂岩变为灰黑色泥岩与灰白色砾岩、砾状砂岩、砂岩呈不等厚互层。据花探10井12块样品与花探7井3块样品物性分析，孔隙度均大于13%，平均孔隙度13.7%，平均渗透率1.20×10^{-1}平方微米，看出本段储集层凹陷内部物性较边部差，向南部变好。这套储集层在井下油气显示丰富，是下白垩统主要的层段之一(表5－4－22)。

表5－4－22　花探10井下白垩统第二段储集层物性统计表

孔隙度，%	>15	10～15	<10
分布频率，%		25	75
渗透率，μm^2	$>9.87\times10^{-3}$	9.87×10^{-3}～9.87×10^{-4}	$<9.87\times10^{-4}$
分布频率，%	9.1	9.1	81.8

(3)第三段：平均厚度500米左右，为湖相沉积的各类砂体。岩性从凹陷内的灰黑色泥岩为主夹薄层砂岩，向凹陷边部变为灰黑色泥岩与灰白色含砾砂岩、砾状砂岩、砂岩的不等厚互层。在凹陷北部花深4、5井、花10井一带物性较好，各井间大幅度的自然电位负异常均可很好地对比。花深5井935～1101米井段，是一套自然电位呈指状曲线的砂泥岩互层，厚166米，取心三次，常规物性分析35个样品，物性统计(见表5－4－23)表明物性较好。本段其余四口井的物性分析(见表5－4－24，5－4－25)说明储集层孔隙较发育，但连通性较差。其余4口井该段物性分析数据说明孔隙较发育，但渗透能力差，如表5－4－24所示。

表 5－4－23　花深5 井第三段储集层物性统计表

孔隙度，%	>15	10～15	10～5	<5	
频率分布，%	62.87	20	8.57	8.57	
渗透率 μm^2	$>9.87\times10^{-3}$	4.94×10^{-3}～9.87×10^{-3}	9.87×10^{-4}～4.94×10^{-3}	4.94×10^{-4}～9.84×10^{-4}	$<4.94\times10^{-4}$
频率分布 %	25.01	9.38	46.8	3.31	15.63

表 5－4－24　花海凹陷四口井第三段储集层物性统计表

井号	孔隙度，%				渗透率，μm^2			
	最大	平均	最小	样品数	最大	平均	最小	样品数
花探 9 井	16.1	9.1	4.6	18	3.95×10^{-3}	6.51×10^{-4}	9.87×10^{-5}	11
花探 11 井	15.6	11.89	2.6	21	5.13×10^{-3}	2.37×10^{-3}	9.87×10^{-5}	11
花探 13 井	16.8	12.46	8.97	12	2.57×10^{-3}	1.13×10^{-3}	$<9.87\times10^{-5}$	11
花探 7 井	24.7	15.3	6.5	7	2.27×10^{-3}	9.67×10^{-4}	2.27×10^{-4}	7

(4)第四段：是花海凹陷又一分布广泛的下白垩统储集层系，除周边花 6 井、花深 2 井，花 4 井缺失外，其余各井均有分布。一般厚约 500 米，为湖相沉积的各类砂体。岩性为灰白色细砾岩，砾状砂岩、含砾砂岩、砂岩夹灰黑色泥岩、砂质泥岩的不等厚互层。在花探7 井 2375.27 ～ 2988.76 米井段取样 11 块，据分析其孔隙度平均仅 5.0%，根据 8 块样品作渗透率分析平均只有 8.0×10^{-4} 平方微米，可见物性很差。但在有利相带，仍有物性较好的储集层存在。花5 井本段储集层自然电位负异常幅度大，推测其物性在此变好，但无岩心资料证实。

(三)上侏罗统赤金堡组储集层 (J_3c)

是盆地内第三大套储集层，分布广泛。1959 年，吕志良根据岩相分析认为侏罗系可能就是盆地的勘探目的层。1967 年，玉门石油管理局井下处地质队对盆地南缘地层剖面作了研究，认为上侏罗统露头储集层物性以赤金堡为最好，次为下沟、宽台北窑与榆树沟等地。1975 年，该局井下处综合研究队对花海凹陷井下储集层物性作了研究，认为上侏罗统在花深 4、5井一带井下储油层物性较好。 1981 年以来的油气资源评价也认为上侏罗统储集层在花海凹陷北部物性较好。

表 5－4－25　花海凹陷第三系泥岩厚度百分比统计表

类别 / 井号	厚度 (m)	占地层厚度，%	类别 / 井号	厚度 (m)	占地层厚度，%
花深 1 井	507	46.5	花1 井	172	31.5
花深 2 井	475	54.5	花2 井	91	15.8
花深 4 井	467	78.3	花3 井	145	37.7
花深 5 井	86.5	20.5	花4 井	168	35.2
花深6 井	505	57.19	花5 井	275	62
花探 7 井	339	32.8	花10 井	223	68.6
花探 8 井	366.5	44.6	花11 井	247	38.8
花探 9 井	494.5	60	花12 井	358	49.8
花探 10 井	367	60.5	花13 井	287	81.8

花海凹陷有6口井钻穿本层,13口井钻至本层。这套储集层井下厚约400米。岩性为灰白色砾状砂岩、含砾砂岩、砂岩夹灰黑色泥岩、砂质泥岩、粉砂质泥岩的不等厚互层。本段储集层岩性花探7井一带较花探10井为细，而与北部岩性相当，说明凹陷内部的砂体可能为浊流沉积物。

根据电测曲线判断，这套储集层在花5井、花深4、5井、花13井、花10井一带物性较好，自然电位负异常幅度一般大于45毫伏各井间可很好的对比。这一带上侏罗统上部砂岩物性很好，渗透率大于 9.87×10^{-2} 平方微米的样品占样品总数的60%以上，孔隙度主峰在10～20%之间。压汞试验表明，超始进汞压力多在 10^{-1}～10^{0} 数量级。花深4井1689.5米的一个试样，P_0 为0.18大气压，r_0 为41.6微米，φ_{50} 为2.3大气压，r_{50} 为3.26微米，进汞饱和度为82%。这种高孔渗砂岩在电镜扫描下的特征是粒间孔隙十分发育，颗粒间胶结物很少，孔隙充填物质主要是方解石和高岭石，此外尚见绿泥石。但凹陷北部上侏罗统中下部的储集层物性较差。渗透率主峰小于 9.87×10^{-3} 平方微米，孔隙度亦在小于10%或10～15%的区间上。但在有利的相带或亚相区，仍有好物性的砂体存在。花13井1480.8米试样，孔隙度13.6%，进汞量82%，P_0 为4大气压，r_0 为1.88微米，P_{50} 为32大气压 r_{50} 为0.23微米，扫描电镜下砂岩孔隙度较发育，粒间胶结物少。

花海凹陷东北部花3井一带，上侏罗统储集层物性也较好。砂岩孔隙度主峰区间在15～20%，渗透率好（$>9.87\times10^{-2}$ 平方微米）、中（9.87×10^{-3}～9.87×10^{-2} 平方微米）、差（$<9.87\times10^{-3}$ 平方微米）大约各占三分之一。

花海凹陷南部花探7、8井一带，上侏罗统储集层物性较差。花探7井2块分析样品孔隙度均小于5%，平均渗透率小于 9.87×10^{-5} 平方微米，花探8井3块样品孔隙度平均小于4%，渗透率均小于 9.87×10^{-5} 平方微米。

（四）泥岩裂隙（缝）储集层

1969年，玉门石油管理局井下处地勘大队野外地质队就注意到花深1井、花深4井下白垩统裂隙发育、裂隙含油、沥青充填等现象，指出"盆地南部断陷地区是寻找受构造力控制的裂隙性储集类型的有利地区。"

花海凹陷在花深1、4、5、6、7井和花12井见到大量泥岩裂隙含新鲜原油或沥青脉，花探9井在泥岩中见到大量垂直及水平裂缝，均说明井下大量存在的泥岩裂缝是不可忽视的储集类型。

通过研究泥岩裂缝发育的条件，认识到裂缝的发育同断裂关系密切，上述7口井的裂缝发育无一不与断裂有关。基于这一认识，无论从构造条件或岩性条件考虑，花海凹陷南部、西部断褶带均具备大量发育这类储集层的可能。

（五）盖层条件分析

花海—金塔盆地尽管中新生界盖层断裂发育，但露头未见沥青脉、油苗等油气破坏标志，说明盖层条件是比较好的。

盆地的中新生代地层具有砂泥岩间互沉积的特征，除个别基岩高隆起部位地层发育不全，或沉积岩性较粗，盖层条件发育不好或条件较差外，大部分地区均不乏盖层条件。从花海拗陷第三系、下白垩统各段泥岩厚度及其所占地层厚度的百分比统计资料可见其一般（表5-4-25、表5-4-26）。

（六）生储盖组合条件分析

花海凹陷主要生油层为下白垩统，其中又以第二、三、四段生油层为佳，储集层按地层时代有三大套七层段，与之对应的盖层至少有六层段。按照生油层、储集层和盖层三者之间的

时代关系，盆地的生储盖组合可分为如下类型。

表 5-4-26　花海凹陷各井下白垩统泥岩厚度百分比统计表

井号	下白垩统							
	第一段		第二段		第三段		第四段	
	厚度,m	占地层厚度,%	厚度,m	占地层厚度,%	厚度,m	占地层厚度,%	厚度,m	占地层厚度,%
花深1井	104	25.6	120	34	167	25.8	153	27.7
花深4井	224	75.9	90	64.2	134	45.4	170	58.6
花深5井	115	46.9	39	30	45	23.7	80	39
花深6井			136	39.9	81	31.2	248	25.3
花探7井	176	51.7	160	49	346	63.2	522	59.9
花探8井					16	2	149	14.7
花探9井	321	70.4	145	87.8	423	83.8	270	59.2
花探10井	476	78.9	198	73	276.5	57.9	194	23.9
花3井			54	18.1	44	16.9	23	20
花5井	177	87.6	92	85.2	37	45.4	43	61.4
花10井			77	48.9	67	37.2	134	30
花12井			39	52	11	7		
花13井	220	96.9	85	89.9	298	79.8	73.5	34.8

1. 自生自储组合

这种类型根据生储盖层的纵横向变化（即空间变化）关系可分为如下形式：

（1）正常式生储盖组合

下白垩统第3、4段生油，第2段储油，第1段盖油。

（2）侧变式生储盖组合

生油层为下白垩统第4、3、2段，储集层为同段的侧向相变砂体，上覆层为盖层。以生油层和储集层同属一层段为特征。

（3）顶生式生储盖组合

下白垩统第3或第2段为生油层，第4段或第3段为储集层，盖层则为生油层本身。

（4）自生自储自盖式生储盖组合

下白垩统各段泥岩裂缝或砂岩透镜体储油即属此类。

上述组合类型以油气运移距离短，供油面积大为其特点。

2. 中生新储组合

可分为两种形式：

（1）下白垩统为生油层，下第三系火烧沟组作储集层，上第三系白杨河组泥岩为盖层。

（2）下白垩统生油，上第三系白杨河组储油，盖层为上第三系疏勒河组。

此组合类型以较大的运移距离为特点。

3. 中生古储组合

可分为两种形式：

(1)上侏罗—下白垩统生油，下古生界变质岩储油，上侏罗统为盖层。

(2)上侏罗—下白垩统生油，岩浆岩储油，上侏罗或下白垩统为盖层。

这种组合类型是生油层同基岩通过断层或不整合面在纵向上或横向上连通的结果。

前述多种形式的生储盖组合，除自生自储组合类型为花探7、9井试油见非工业油流得到验证外，其余类型尚属预测。

八、油气资源预测

花海—金塔盆地(主要为花海凹陷)的油气资源预测始于1981年。

1981～1983年3月，玉门石油管理局研究院勘探室与长庆油田黄淮等协作，采用六种方法计算花海凹陷的总资源量为1000～2000万吨。

1983年7月，玉门石油管理局阎德齐取与酒西盆地的类比参数，用三种方法估算出花海凹陷总资源量为2500～4800万吨。

1983～1984年2月，中国海洋石油勘探开发研究中心毕传滨等，用TTIQ法、圈闭体积法、生油岩体积等六种方法计算出花海凹陷总资源量为1313～2862万吨。

1985年，玉门石油管理局研究院勘探室王新民等根据花海凹陷地震解释、钻井等成果，对花海凹陷生油岩面积、体积进行了研究和确定，用生油岩体积法、干酪根产烃量法和氯仿沥青"A"法分别进行了计算 (公式同酒西盆地)。

用以上三种方法估算花海凹陷上侏罗统—下白垩统的生油量在4.14～8.2亿吨之间，石油资源量在1553～3000万吨之间。

九、油藏类型及油田规模预测

根据花海—金塔盆地花海凹陷的沉积相特点、圈闭类型和油气资源量预测分析，花海凹陷有形成小型多类型油气藏的条件。

(一)油藏类型预测

油藏类型的预测，对盆地油气勘探具有指导意义。1969年，玉门石油管理局井下处地勘大队野外地质队预测，在花海凹陷的缓坡地带，下白垩统储集条件可能变好，有可能发现受构造因素控制的砂岩孔隙性油藏。在盆地南部断褶地带，要特别注意寻找与断层有关的背斜构造油捕和断层遮挡油捕，注意发现鸭儿峡式新老地层组成的块状裂隙性油藏。

1983年，黄淮等研究认为花海凹陷除了由构造因素控制的背斜、半背斜、鼻状褶皱及断块外，还有地层不整合、冲积扇体、重力流沉积、地层上倾带等圈闭形式存在，有形成上述构造、地层和岩性圈闭油气藏的可能。

综合分析花海凹陷目前发现的圈闭形式，无一例外地受构造或沉积因素控制，或者是两种因素综合作用的结果。根据目前发现的圈闭形式预测，可能的油气藏类型有：

1.背斜、断背斜油藏

此类油气藏有可能在花海凹陷东部构造带、西部断褶带和南部断褶带存在。这三个构造带背斜、断背斜圈闭发育，尤其是后者，近油源，油气运移条件好，有形成此类油藏的条件。

2.断鼻油藏

断鼻是古地貌上的鼻状构造被断层所限而形成的圈闭。花海凹陷西部断褶带和南部断褶带此类圈闭发育，是形成断鼻油藏的有利地区。

3.断块油藏

花海凹陷南部和西部断褶带，大小断裂发育，有许多高断块存在，如果有合适的生储盖组合配置，可形成断块油藏。花探7井曾在断块的低部位见非工业油流。

4.不整合遮挡油藏

花海凹陷周边下白垩统与第三系为明显的角度不整合接触，花海凹陷 T_8 层(即$K_1x_2^2$底)和$T_9^上$层(即$K_1x_2^1$底)构造，东、北、南三面均被剥蚀线所围，下白垩统两段地层均在此线附近与上覆地层不整合接触，向凹陷内部上下变为整一关系，过渡区可能为假整合。周边的这种不整合接触关系，如果有断裂与生油层贯通，又有良好的储盖条件配置，有形成不整合遮挡油藏的可能。

5.岩性油藏

花海凹陷侏罗一白垩系沉积相研究表明，在湖盆陡岸发育有水下扇体，缓岸有滨浅湖滩砂、湖滨冲积扇体，浅一半深湖有浊积扇，这种多成因的砂体紧临生油凹陷或位于生油凹陷中，可形成侏罗、白垩系自生自储的岩性圈闭油藏。

6.地层尖灭油藏

花海凹陷下白垩统各段地层向凹陷西部花6井一带尖灭，如T_{10}层(相当于下白垩统第四段)在花5井西一带尖灭，东部背斜带西翼地层尖灭等，此区近油源，有良好的生储盖条件配置，有形成地层尖灭油藏的条件。

7.潜山油藏

花深2井凸起，在地震T_g层构造图上有三个基岩凸起，该基底凸起从花深2井钻探得知基岩破碎，裂缝发育，又紧邻生油凹陷，有形成潜山油藏的可能。

8.构造裂缝(隙)油藏

花海凹陷花深1、4、5、6井、花12井和花探7井取心时，见到大量泥岩裂缝含新鲜原油或沥青脉，花探9井取心在泥岩中见垂直及水平裂缝，这些裂缝均属构造裂缝，发育在生油区，生储盖条件配置好，有形成构造裂缝(隙)油藏的可能。

(二)油田规模预测

1983年4月，黄淮等根据对花海凹陷的油气资源评价，预测在花海凹陷要获得象老君庙那样规模的油田是不可储的，分析了花海凹陷的主客观因素后，认为油田发现的难度可能较大。

十、有利勘探区的评价认识

1981年以来开展的油气资源评价及综合研究，为花海凹陷有利勘探区的评价提供了依据，对花海凹陷的有利勘探区作了预测。

从生油深凹陷控制油气田分布格局这一观点出发，认为花海凹陷的油气勘探应以东部构造带和南部断褶带作为勘探对象。

根据钻探成果分析，认为花海凹陷东部背斜带岩性粗、物性差，偏离生油区，不应作为目前找油的重要地带，而西部断褶带地层区域性向西向南上倾，倾角陡，断层发育，处于生油凹陷区，有利于油气区域性运移，断层加地层褶皱易形成断块圈闭，有利于油气聚集。已钻的花深4、5井及花探9井均见到好的砂层，并在花探9井见少量油流，这是迄今为止在花海凹陷第一次见到油流的井。说明该区物性较好，但圈闭有待加密地震测线落实。

花海凹陷南部断褶带，同样具有近油源、断裂多、圈闭发育、倾角大，有利于油气运移等优势，也是凹陷的有利勘探地区。

第五节 潮水盆地

一、概况

潮水盆地位于河西走廊北部，横跨甘肃省中北部和内蒙古自治区西南部。盆地范围西起

桃花拉山、东至腾格里沙漠西缘；北达北大山，南抵龙首山。面积约17800平方公里（见图5－5－1）。

盆地北、西、南三面被群山环绕。西南高、东北低。北部北大山区地势起伏不大、切割不深，海拔1600～1900米，最高峰1922米，比高300～400米。西部桃花拉山区，切割较深，地形陡峻，海拔2600～2900米，最高峰2947米，比高在1000米以上。南部为龙首山区，地形陡峻，切割较深，海拔2300～2700米，最高峰2939米，比高300～1000米。

盆地西南部是低矮的丘陵地，西北、中部为平坦的戈壁滩。东部民勤—西渠一带为石羊大河流域冲积扇前缘之黄土平原，地势平坦。东部，东南部是腾格里沙漠之西缘。沙漠由新月形、波状、链状、蜂窝状沙丘及草丛、沙滩等所组成。一般新月形和波状沙丘多为活动沙丘，比高数米至数十米。链状、蜂窝状及丛草沙滩经常分布在近代盐湖周围，表面固结—半固结，比高约10～30余米。盆地内部海拔一般在1330～1570米，西南高，东北低。

盆地内河流近南北向分布，多间歇性河流，仅石羊大河、金川河为常年河流，水量随季节而变化。西南部山区沿断裂带有上升泉，山麓红层中有少量层间潜水，水质不好，部分地区可以灌溉少量农田（以龙首山北麓最多）。北大山区地下水以上升泉为主，沿断裂带附近分布，水点少而分散，涌水量不大，水质较好。石羊大河中下游黄土平原地下水丰富，埋深2～4米以下之潜水，水质咸—微咸；10～15米以下之承压水，水质较好、涌水量较大，是当地农田灌溉的主要地下水源。沙漠、湖沼洼地潜水埋深一般1～5米，水质咸—苦咸。

盆地西部属大陆性气候，东部属内陆沙漠性气候，夏季干热，冬季寒冷，春季多风砂。日温差很大，约15～20℃（3～4月）。温度最高达40℃（7～8月），最低为零下27℃（1月），年平均温度7～8℃。日照数每年2800～3100小时。定时风速最大（6月）每秒28米，最大风向为西北或西北偏西风，年平均风速每秒2.9～3.6米，3～7月多见狂风。东部沙漠区，沙暴日数每年总数一般高达30～50日以上，在夏季每月沙暴数甚至可达8～9日。降水量西少东多：西部年平均降雨量不足68毫米，最大降雨量为548毫米，雨季集中在5～9月；东部降水量最低每年42.2毫米；平均每年110～140毫米。蒸发量西大东小：西部年总蒸发量可达2984.4毫米，平均每年2400～2700毫米。年平均相对湿度一般变化于39～45%之间，最小湿度仅为0～1%（2，4月）。

区内居民点多集中在金川河、石羊大河两岸，以汉族为主，从事农牧业兼营部分林业，生产小麦、青稞、麻、小米及部分豆类。西部阿拉善右旗以蒙族为主，多从事牧业。东部大部分为丘陵、沙漠和盐碱地带，人烟稀少，主要为从事牧业的地区。

本区金昌市为一新兴工业城市，是全国最大的镍矿基地。民勤县建有农机修造厂、面粉加工厂、小型水电站和化工厂等地方工业。

区内铁路、公路交通尚方便，大部分地区汽车都能通行，牧区仍以骆驼为基本交通运输工具。

二、石油地质勘探史

盆地内青土井油苗早为当地居民所知，后为地质学家所注目。1940年起正式开始了盆地的石油地质勘探工作，由于盆地东部为沙漠所覆盖，勘探工作范围仅限于民勤县以西地区。1961年至1984年停止了勘探。现按勘探程度和性质分四个阶段进行叙述（见图5－5－2）。

（一）初步调查阶段（1940～1949年）

此阶段只进行过零星的地面地质调查。

1940年开始，先后有我国地质学家孙建初、靳锡庚等进行调查，发现了青土井构造，孙

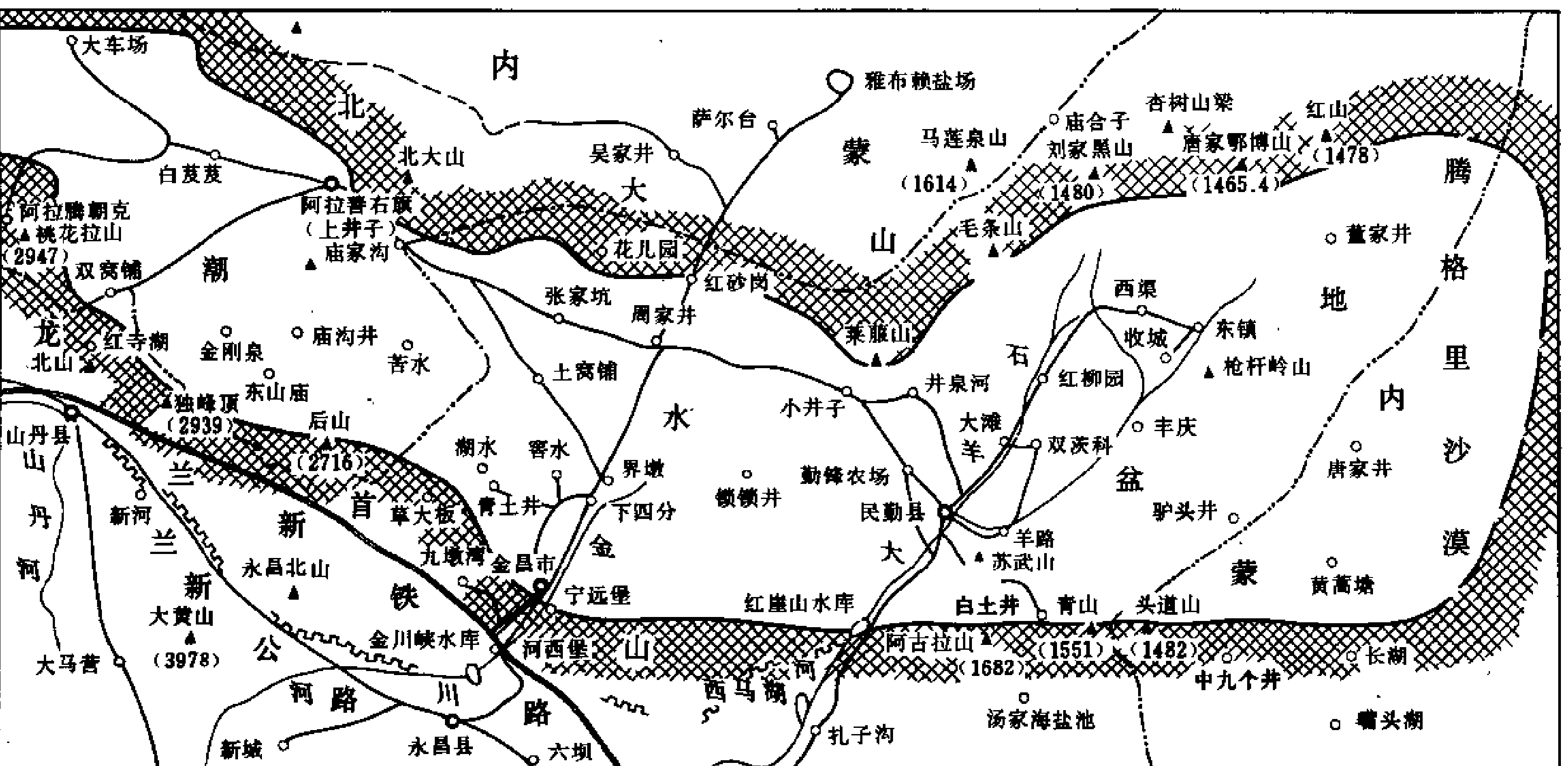


图5－5－1　潮水盆地交通位置图

健初并著有"甘肃永昌青土井地质及油苗"一文。

1948年，张家环著有"大黑沟地质构造"。同年，与张维亚在青土井、窖水一带进行地质调查，发现了窖水构造。

1949年，张维亚、张家环又赴青土井区调查。

(二) 隆起带勘探阶段(1950～1958年)

此阶段，西北石油管理局(以下简称西北石油局)与玉门矿务局在盆地西部隆起带上进行了22个队年的工作，玉门矿务局钻井18口，总进尺11046米，基本完成了盆地(指民勤县以西地区，下同)的地质、重磁力普查，查明了隆起上的局部构造。经过对7个局部构造钻探后，证实隆起上缺失侏罗系青土井群目的层，作出无含油远景的结论。

1950年，张维亚、张家环重新到窖水进行地质调查。

1951～1952年，西北石油局第八、九、十地质队分别在界墩至潮水西及阿拉善右旗(上井子，下同)进行地质调查，发现了金刚墩、苦水、高老山、夹滩、夹南、红疙瘩诸构造。1952年，西北石油局第三重力队、第三地震队(51型地震队，下同)分别进行了盆地的重力普查和窖水、青土井区的重力与地震细测。同年，玉门矿务局在青土井构造钻井4口，发现了青土井浅油藏。

1953年，西北石油局101队和102队分别普查盆地西部和东部，发现了庙沟、界墩、黑水墩、中间、俄卜、狼心墩、宝家井等地面构造。103队细测了苦水构造。301队、201队对苦水、高老山、夹滩诸构造进行了磁力详查和重力细测，并对盆地进行了重磁力普查。同期，玉门矿务局在窖水钻井3口，未见油气显示。

1954年，西北石油局103队细测了高老山及夹滩构造。该局104队、105队进行了侏罗系对比研究；701队在夹滩、青土井、窖水区作了垂向电法试验。同年，玉门矿务局在青土井钻井3口。

1955年，西北石油局104队对盆地进行了综合研究，写有"潮水盆地石油地质研究报告"。

1957年，玉门矿务局地质调查处(以下简称玉门局地调处)104队在界墩至潮水、苦水一带进行了1:50000详查制图工作，该处105队作了盆地区域水文地质概查。同年，玉门矿务局勘探公司在夹一、夹南、苦水、青土井等构造钻井4口，均无油气显示，其中前三个构造缺失侏罗系目的层。1958年前半年，103队在青土井至阿拉善右旗、东山庙东至桃花拉山间进行了1:50000地质详查。同时，玉门矿务局勘探公司在窖水隆起其它四个构造上钻井4口，无油气显示，证实隆起上缺失侏罗系目的层，做出无勘探价值的结论。

(三) 坳陷带勘探阶段(1958年7月～1961年)

从1958年7月开始，盆地的勘探工作重点由窖水隆起转向坳陷，主要力量集中在窖南凹陷。三年内共进行了14个队年的勘探工作，钻井37口，总进尺26057米，基本上完成了盆地地质及大部分地区的电法、地震详查工作。

1958年后半年至1959年，玉门石油管理局东部勘探处(以下简称玉门局东勘处)104队先后进行了宝家井区、窖南凹陷的地层和盆地的地质综合研究。202队在窖南凹陷、庙北凹陷进行了地震详查、细测，发现了窖南、黄毛石墩两构造；702队在上述两凹陷进行了电法详查。同期，在宝家井区钻井6口，无油气显示，探明侏罗系目的层埋藏很浅，该区再无勘探价值；在青土井构造钻井7口，初步明确了青土井浅油藏的范围和规模；在窖南凹陷钻井3口，发现凹陷内有侏罗系目的层分布。

图5－5－2 潮水盆地勘探程度图

1—青土50井；2—青土14井；3—青土60井；4—窖南3井；5—窖南5井；6—窖南6井；7—窖南1井；8—窖南4井；9—窖南2井；10—窖水1井；11—窖水2井；12—窖水3井；13—黄1井；14—黄2井；15—刚1井

1960年，玉门局东勘处131队、132队先后进行了窖南凹陷的水文地质调查和石油地质综合研究；202、203、231、232、253等地震队使用51型地震仪在窖南拗陷作了区域剖面、局部地震详查和细测工作；731队、732队、752队分别在河雅公路至民勤县间、黑沙窝至苏武山、庙北凹陷作了电法区域普查、详查。同时，该处在窖南区钻井3口，窖南5井于目的层见油气显示；在黄毛石墩钻井3口，缺失目的层，无油气显示；在苏武山、红崖山北钻井2口，未达目的。钻探失利后，收缩了盆地的勘探力量，停止了钻探工作。

1961年元月至10月，玉门局东勘处231队、232队、331队和831队分别在窖南拗陷作了少量的地震反射试验、地震折射剖面、重磁力详查和放射性试验工作。10月以后，停止了一切物探工作，重组131队加强盆地的综合研究。研究结果认为盆地内侏罗系目的层分布局限，无找油前景。于是，盆地的勘探工作基本上全面停止。

(四)勘探停滞阶段(1962～1984年)

1961年以后，只时断时续有过综合研究工作。

1964年，玉门石油管理局井下处地质大队在“甘肃西部各主要含油盆地C、D级后备储量计算报告”中对盆地西部进行了D级储量估算。

1965年，玉门石油管理局地调大队在“甘肃西部各主要沉积盆地含油远景评价研究报告”中认为窖南凹陷有远景。

1970年，玉门石油管理局地质勘探研究小组在“甘肃西部石油地质初步研究”中指出了勘探远景和需要查明的问题。

1979年，玉门石油管理局地质室与勘探开发研究院勘探室在“甘肃西部石油地质特征及找油方向”一文中指出潮水盆地有一定含油远景，属找油的“战略盆地”。

1984年，玉门石油管理局勘探开发研究院勘探室(以下简称研究院勘探室)写出“潮水盆地综合研究总结报告”，认为盆地有含油远景，有必要重新投入勘探。

1985年开始，石油工业部地球物理勘探局组织力量在全盆地(包括民勤县以东地区)全面开展了地球物理勘探工作。盆地的石油地质勘探进入一个新的发展时期。

从1940年至今，西北石油局与玉门石油管理局先后在盆地投入了41.5队年的地质、地球物理工作，其中物探占45%，钻井55口(其中采油井6口)，总进尺37103米。

在盆地内进行地质勘探的单位除西北石油局与玉门石油管理局外，还有甘肃省煤田地质勘探公司，甘肃省地质局物探大队、地质队、水文队、区测队，地质部物探局航测大队，西北地质局601队，西北冶金勘探公司地质队等，都曾在不同时期，在盆地内不同地区进行过寻找不同矿种的大量电法普查和地震、地质填图工作。就目前所收集到的资料看，绝大多数地质勘探工作集中在民勤县以西地区，而在民勤县以东部分仅沿南北山区零星作过航磁测量，甘肃省地质局区测队曾在那里进行过地质填图与找矿工作。

三、地层

(一)区域地层

关于潮水盆地的地层工作解放以前做得很少。孙健初曾于1945年制定了潮水盆地第一张地层系统表。之后有张维亚、张家环等重新进行了地层分层。

解放后，随着大规模普查勘探事业的开展，潮水盆地的地层工作大大向前推进了一步。在区域地层和生物地层工作上有了不少收获。经过大量的地面地质调查与钻探工作，全盆地地层系统表于1960年建立起来了。70年代间，甘肃省地质局地质队、区测队又进行了详细的地质填图工作，基本肯定了1960年建立的潮水盆地地层层序。1984年玉门石油管理局研究

院勘探室收集了前人的地面地质与钻井地质资料，经过全盆地地层对比研究之后，采用1960年的地层分层层序，但修改了部分钻井剖面分层数据（见表5－5－1，图5－5－3～图5－5－5）。

历年来关于潮水盆地的主要地层划分意见可在表5－5－2中得到反映。由于玉门石油

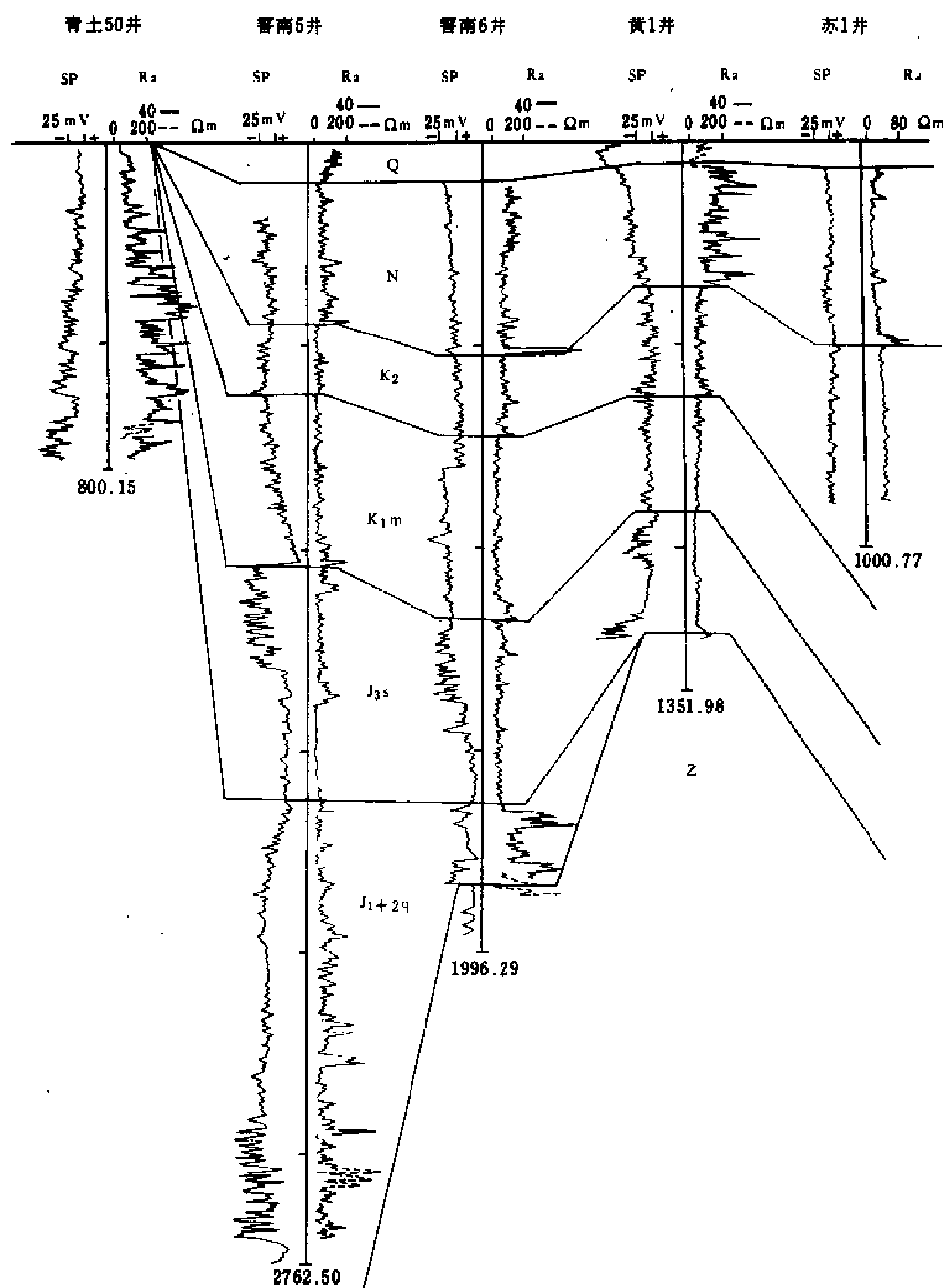


图5－5－3 窖南拗陷各井电测对比图

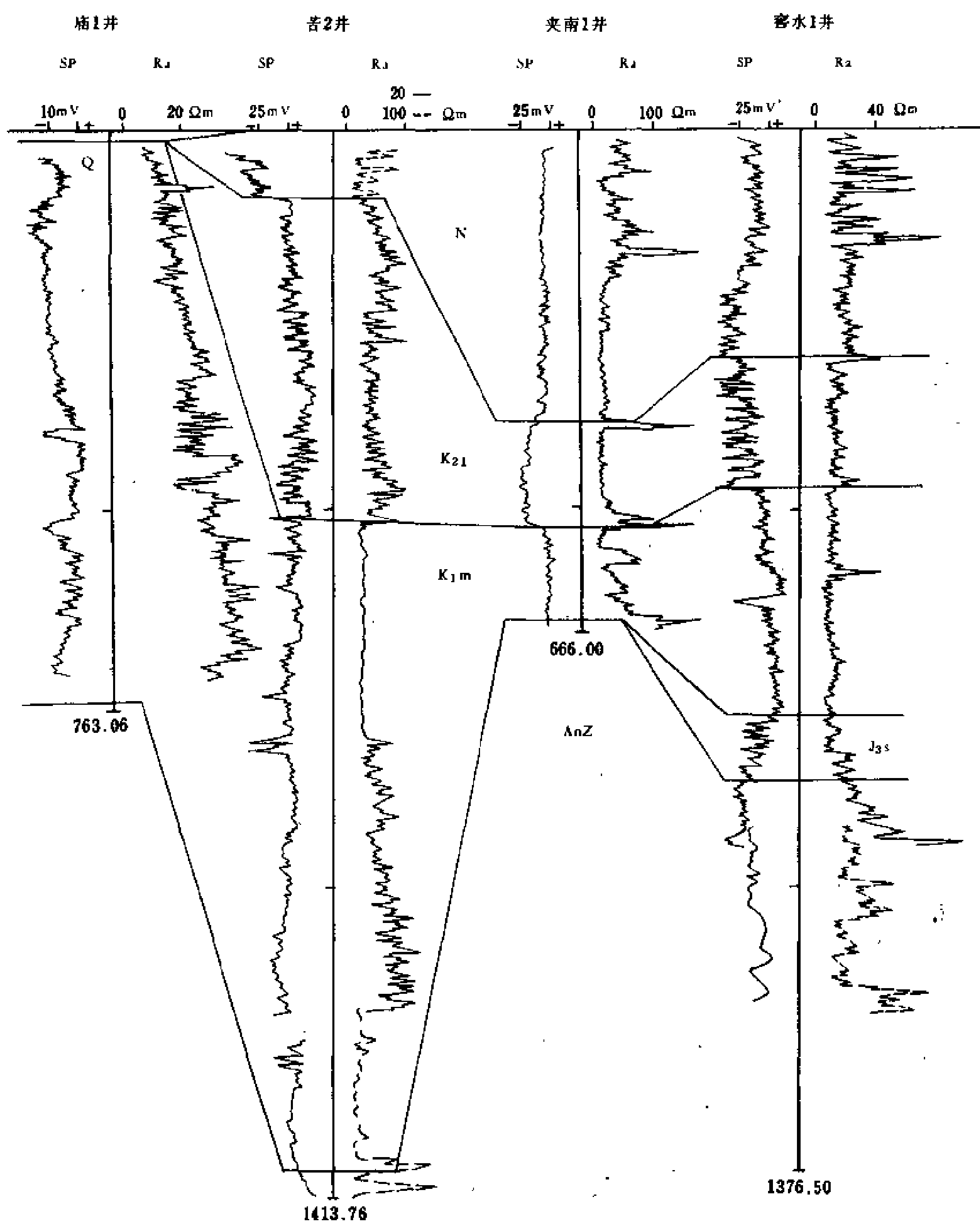


图 5－5－4 窖水隆起各井电测对比图

管理局对古生界所进行的工作不多，所以在1984 年研究院分层系统中仅以系表示，未作进一步划分。

经过 40 多年断续的地质勘探工作，对潮水盆地的地层有以下重要收获：

①弄清了沉积地层时代并建立了完整的地层层序，对其分布与沉积特征有了一定的认识。

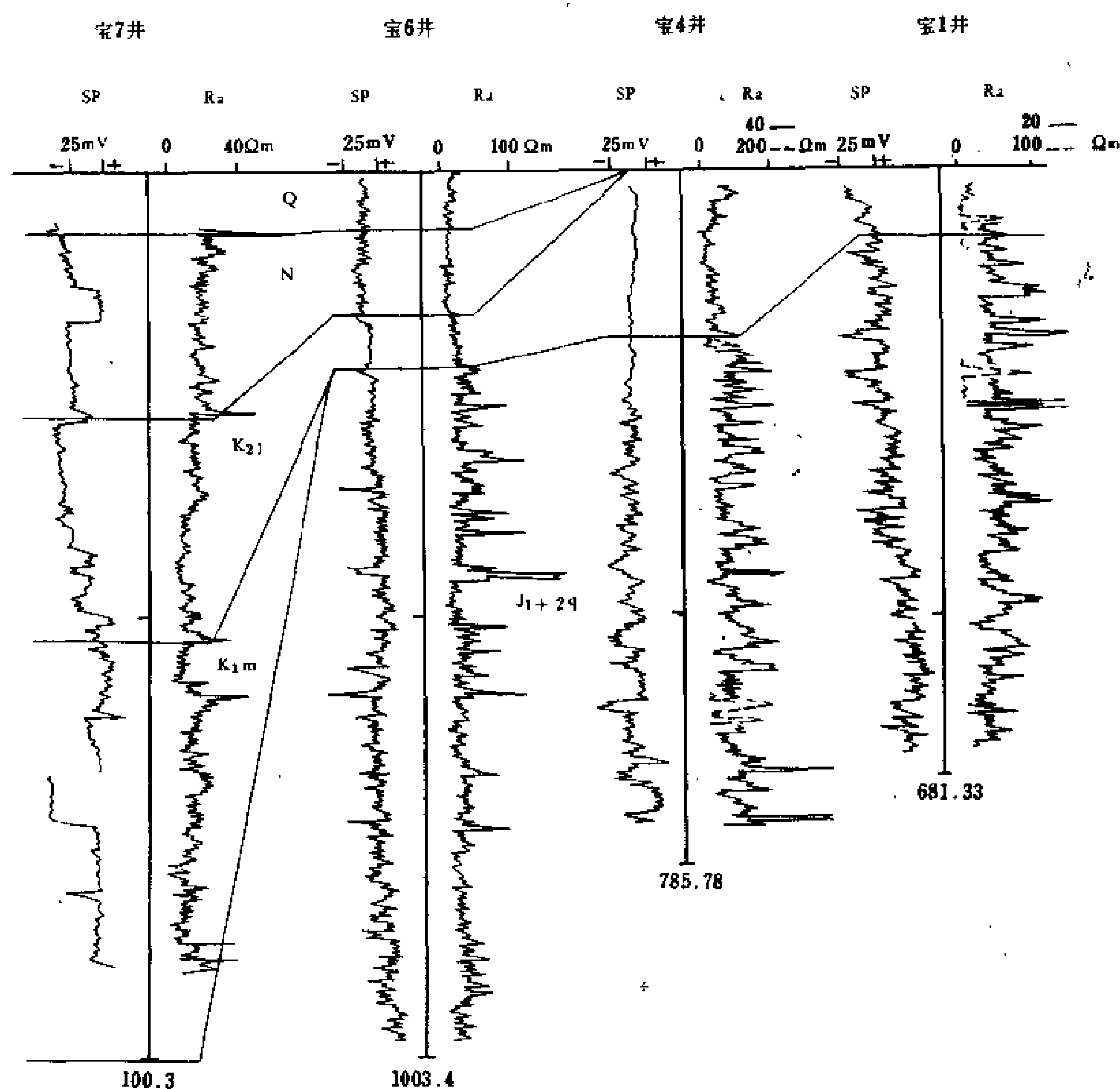


图5－5－5 宝家井地区各井电测对比图

② 基本明确了盆地的基底由前震旦系和震旦系组成，盆地内部普遍缺失古生界，寒武系、泥盆系和石炭—二叠系仅分布于龙首山中部及南麓。

③ 基本上确定了盆地内含油层系是中下侏罗统青土井群。

由于力量有限，潮水盆地的地层工作进展很不均衡，在窖水隆起上做得较多，而在南、北拗陷及民勤以东地区做得很少。盆地地层层序及其出露情况见图5－5－6和图5－5－7。为了描述方便，分前侏罗系、中生界、新生界三部分进行叙述。

1.前侏罗系(AnJ)

潮水盆地基底及周围山区的岩层都是由前侏罗系变质岩所组成。其时代及地层层序、沉积特点等，已多经研究。

解放前，对前侏罗系的研究仅局限于龙首山变质地层，而对盆地内部前侏罗系的时代、分布并不清楚。关于变质岩的时代问题曾有长期的争论。最初，张家环(1948)认为变质岩上部

属石炭系，下部可能属志留—泥盆系。苏联专家认为潮水盆地的变质岩层应属早古生代沉积，与祁连山的南山系下部相类似，包括震旦系和奥陶系。

解放后，张家环、孟庆麟等（1952 ～ 1953 年）在变质岩中采得部分植物、珊瑚、腕足类化石。经鉴定有：*Lobatannularia sinensis* Halle、*Sphenophyllum* sp.，*Neuropteris* sp.，*Cordaites* sp.；*Syringopora* sp.，*Chaetetes* sp.；*Productus* sp. 等，认为潮水盆地有二叠纪和石炭纪的沉积是肯定的，其下伏地层属南山系。西北石油局104 队（1955 ～ 1957 年）根据前人的资料，认为潮水盆地的变质岩自下而上由震旦—奥陶系、志留—泥盆系、石炭—二叠系组成。震旦—奥陶系称敦煌系，志留—泥盆系称南山系。以后经过 1958 ～1961 年103 队、104 队、131 队和132 队的工作，积累了较多的资料，确立了变质岩的时代，自下而上定为前震旦系、寒武系、泥盆—志留系和石炭—二叠系。并结合盆地内的钻井资料认为构成龙首山主体、盆地内窖水隆起及南部拗陷基底的变质岩系为震旦系；构成北大山、桃花拉山主体及北部拗陷基底的变质岩系为前震旦系。

70年代，甘肃省地质局地质队及区测队在进行地质填图及找矿工作时，做过比较详细的研究，在 1961 年的基础上进行了系统分层。

下面，我们将前侏罗系地层按由老到新的次序简述如下。

（1）前震旦系（中元古界，AnZ）

主要分布于桃花拉山、北大山及龙首山中部局部地区。由深变质的大理岩、黑云母片麻岩、花岗片麻岩及混合岩组成。有肉红色花岗岩、闪长岩侵入体。厚度大于 4800 米。

（2）震旦系（上元古界，Z）

主要分布于龙首山。上部为钙质板岩、千枚岩、厚层石灰岩。下部为石英岩、薄层石灰岩、绿色片岩及凝灰岩。产叠层石化石：*Conophyton* sp.。厚度大于 4184 米。与下伏前震旦系不整合接触。

（3）中寒武统（ϵ_2）

断续出露于龙首山南麓，为硬砂岩、板岩、千枚岩及石灰岩。产原始海绵。厚度大于 692 米。与下伏震旦系不整合接触。

（4）泥盆系（D）

仅见于宁远堡一地，为暗紫红色粉砂岩夹细砂岩，底部为砾岩。厚度大于 576 米。与下伏地层不整合接触。

（5）石炭系（C）

断续分布于龙首山中部，为灰绿色、杂色砾岩，砂岩，页岩夹透镜状煤层。产化石，腕足类：*Gigantoproducutus giganteus*，*Semiplanus*（Schwetzow）*Productus* sp.；珊瑚：*Carruthersella robusta* Gorsky，*Yuanophyllum kansuense* Yü，*Lithostrotion* cf. *junceum*（Flem），*Syringopora* sp.，*Dibunophyllum* sp.，*Kueichouphyllum* sp.，*Chaetetes* sp.；植物：*Sphenophyllum* sp.，*Calamites* sp.。厚度大于650 米。与下伏地层不整合接触。

（6）二叠系（P）

仅见于宁远堡一地。

下统大黄沟组（P_1d）：为淡红、灰白色含砾粗砂岩，砂砾岩，粉砂岩，底部为砾岩。产植物化石：*Lobatannularia* cf. *heianensis*（Kodaira，*Pecopteris* cf. *anderssonii* Halle、

表5－5－1　潮水盆地主要钻井分层数据对比表

井号	地面海拔(m)	完钻井深(m)	地层分层底部深度(m) Q 1984年①	Q 1961年②	N 1984年	N 1961年	K_2j 1984年	K_2j 1961年	K_1m 1984年	K_1m 1961年	J_3s 1984年	J_3s 1961年	$J_{1-2}qn$ 1984年	$J_{1-2}qn$ 1961年	基底
窨南1井	1527.75	725.5		110		725.50									
窨南2井	1554.26	1231.72		65		540		933		1231.72					
窨南3井	1620.37	870.62		91		415		586.2		870.62					
窨南4井	1501.40	2643.78	142	185	523	523	704	704	1110	1110	1625	2218	643.78	2643.78	
窨南5井	1595.65	2762.50	97	110	442	442	621	621	1042	1041	1619	1619	2762	2762.50	
窨南6井	1545.82	1996.29	96	96	523	523	724	724	1176	1176	1630	1630	1830	1830	1996.29 Z片岩
黄1井	1420.36	1351.98	56	56	354	623	623	911	911	1207.5	1207.5				1351.98 Z变质岩
黄2井	1424.30	1250.00	51	51	454	454	752	752	1085	1250	1250.00				
潮1井	1436.87	810.76	127	41	452	810.76	723		810.76						
跃1井	1596.37	950.39	167	167	488	690	690	901	950.39	950.3					
苏1井		1000.77		60		502		1000.77							
昌2井		941.07		195		941.07									
青土14井	1792.22	850.00									850.00	850.00	757	757	757米处有断层
青土50井	1785.31	800.15											800.15	800.15	
青土60井	1748.37	809.24											809.24	809.24	
窨水1井	550.00	1376.50			300		472	475	775	862	862				1376.50Z 变质岩
夹南1井	1700.57	666.00		10	382.5	382.5	526	526	648.5	648.5					666.00AnZ变质岩
夹滩1井	1607.88	651.92			452.5	452.5	643.5	643.5							651.92AnZ 变质岩
苦1井	1546.30	981.22					627.5	627.5	981.22	981.22					
苦2井	1544.98	1413.76			85	107	515	828	1376	1376					1413.76AnZ变质岩
庙1井	1720.00	763.06	10						755	755					763.06AnZ变质岩
宝1井	1461.69	681.33				72.8	72.8						681.33	681.33	
宝4井	1443.70	785.78				185	185	420					785.78	785.78	
宝5井	1456.42	162.78	25	94	110.5		131	131							162.78 花岗岩
宝6井	1433.00	1003.14	65	65	160	160	220	220					1003.14	1000.14	
宝7井		1000.30	70	70	276	276	529	529	999	999			1000.30	1000.3	
唐23井[3]	1558.50	314.78	3.34										314.78		
陶7井[4]	1452.50	452.21	5.0		70.03				416.1				452.21		
陶8井[5]	1047.50	635.74	15		166.30				635.74						

①系玉门石油管理局研究院勘探室分层。②系131队分层。③、④、⑤系甘肃省煤田勘探公司普查大队分层。

表 5-5-2 潮水盆地地层系统主要沿革表

地层(1984 研究院勘探室) 界	系	统	群	符号	1948~1951 孙健初 张维亚		1952 张家环 孟庆麟		1960~1961 131队		1971 甘肃省地质局区测队			
新生界	第四系			Q			第四纪	酒泉砾岩	第四系	Q_4 Q_3 Q_2	第四系	全新统		Q_4
												上更新统	戈壁组	Q_3g
												中更新统	酒泉组	Q_2j
					第三纪甘肃系NK	NK5	甘肃系	NK4		Q_1		下更新统	玉门组	Q_1y
	第三系	上新统	疏勒河组	N_2s		NK4		NK3	第三系 疏勒河群	N_2s	第三系	上新统	临夏组	N_2l
						NK3		NK2						
		中新统	白杨河组	N_1b		NK2		NK1	第三系 白杨河群	N_1b		中新统	上岩组 中岩组 下岩组	N_1c N_1b N_1a
中生界	白垩系	上统	金刚泉群	K_2jn			白垩纪	K3	上白垩统 金刚泉群	K_2j	白垩系	上统	金刚泉组	K_2j
		下统	庙沟群	K_1mg		NK_1^b		K2	下白垩统 庙沟群	K_1m		下统	庙沟组	K_1m
	侏罗系	上统	沙枣河群	J_3sh		NK_1^a		K1	上侏罗统 沙枣河群	J_3s	侏罗系	上统	沙枣河组	J_3s
		中下统	青土井群	$J_{1-2}qn$	青土井系K 宁远堡系J—K	宁远堡系 K^4_n	侏罗纪	J^4_t	中下侏罗统 青土井群	$J_{1+2}q^3$		中下统	青土井组	$J_{1+2}q$
						K^3_n		J^3_t		$J_{1+2}q^2$				
						K^2_n		J^2_t						
						K^1_n		J^1_t		$J_{1+2}q^1$				
古生界	二叠系	上统	窑沟组	P_2y					石炭—二叠系	Є—P	二叠系	上统	窑沟群	P_2yg
		下统	大黄沟组	P_1d								下统	大黄沟群	P_1dh
	石炭系			C							石炭系	上统 中统 下统	太原组 羊虎沟组 臭牛沟组	C_3t C_2y C_1c
	泥盆系			D					志留—泥盆系	S—D	寒武系		大黄山群	$Є_2dh$
	寒武系			$Є_2$					寒武系	Є				
上元古界	震旦系			Z							震旦系	上统	韩母山组	Z_b^h
												下统	墩子沟组	Z_a^d
中元古界	前震旦系			AnZ							中元古界		北大山 龙首山群	Pu

地层系统					厚度(m)	地层剖面	岩性描述	剖面位置
界	系	统	群(组)	代号				
新生界	第四系			Q			土黄色砂砾及灰色砾石	全区
	上第三系	上新统	疏勒河组	N_2S	315.3		中上部为灰黄色砂质泥岩夹砂岩砾岩； 下部为灰白色砾状砂岩夹棕黄色细砂岩	界墩
		中新统	白杨河组	N_1b	176		桔红色砾岩、砂岩及砂质泥岩，底部钙质结核层	黑水墩
中生界	白垩系	上统	金刚泉群	K_2m	599		灰白色至浅红色块状砾岩、砾状砂岩与棕红色砂质泥岩之互层	庙沟
		下统	庙沟群	K_1mg	517.5		下部棕红色砾岩，砾状砂岩夹棕红色砂质泥岩条，向上杂色增多，呈互层，并含较多的钙质结核	
	侏罗系	上统	沙枣河群	J_3sh	715		棕红、巧克力色泥岩夹灰绿色砂岩、底部灰色砾岩 灰绿色灰黑色砂质泥岩、泥岩与浅黄色砂岩、砾岩北部夹煤线、煤层，南部夹油层 黄绿色砂质泥岩、泥岩与灰黄色砂岩，砾状砂岩互层	拉排沟
		中下统	青土井群	$J_{1+2}q^3n$	234		绿黄色砂质泥岩夹薄层灰白色砂岩，砾状砂岩	西长山
				$J_{1+2}q^2n$	378		淡红、灰白色含砾粗砂岩、砾岩夹细砂岩、粉砂岩、页岩 淡红、灰白色含砾粗砂岩、粉砂岩，底部为砾岩	
				$J_{1+2}q^1n$	75.8			
上古生界	二叠系	上统		P_2	>131-387		上部：灰绿色细砂岩、粗砂岩、页岩、炭质页岩夹煤层 中部：砂质页岩、石英粗砂岩、千枚状页岩，底层灰白色石英砾岩 下部：厚层灰岩、结晶灰岩、变质石英砂砾岩、千枚岩	红泉
		下统		P_1	174			
	石炭系			C	>600			龙首山
	泥盆系			D	>500		暗紫红色粉砂岩夹细砂岩，中下部夹安山凝灰岩、杏仁状 玄武岩，底部为砾岩	毛草泉
元古界	震旦系			Z			上部板岩、千枚岩夹泥灰岩，下部石英岩及片岩	龙首山
	前震旦系			AnZ			上部：灰白色、褐黄色、黑云母片麻岩 夹花岗片麻岩、大理岩及花岗岩侵入体 下部：以混合岩为主，由肉红色花岗片麻岩组成	北大山 龙首山

图 5-5-6 潮水盆地综合地层柱状剖面图

Neuropteris sp.、*Sphenophyllum* sp.和*Cordaites* sp.。厚度 174 米。与下伏石炭系平行不整合接触。

上统窑沟组(P_2y)：为淡红、灰白色含砾粗砂岩，砾岩夹砂砾岩，细砂岩，粉砂岩和页岩。产植物化石：*Annularia* sp.、*Pecopteris* sp.、*Podozamites* sp.。厚度 131 ～ 387 米。与下统整合接触。

2. 中生界(Mz)

(1)侏罗系(J)

侏罗系分上下两部分：中下侏罗统青土井群和上侏罗统沙枣河群。青土井群为盆地的含油层系，是盆地的主要勘探目的层。

① 中下侏罗青土井群($J_{1+2}q^n$)

图 5-5-7　潮水盆地地质图

早在1940年孙健初勘探青土井区时，在侏罗系下部发现 *Coniopteris hymenophylloides* 等植物化石。因此，将侏罗系划分为上下两层，下层定名为侏罗白垩系“宁远堡系”，上部定名为白垩系“青土井系”。“青土井群”名称即由此演化而来。

1948年，张维亚、张家环到青土井区调查，忽略了所发现的化石资料，将“宁远堡系”与“青土井系”合并称为白垩系“宁远堡系”，并依据岩性分为四层。

1952年，西北石油局第八、九、十地质队在调查拉排沟及龙首山北麓地质构造时，在本系采有完整的侏罗纪化石，认为该地层属于侏罗系。由于本区构造复杂，岩性不易对比，除将青土井区本层称为侏罗系“青土井系”，仍分为四层外，把现沙枣河群下部巧克力色泥岩划为J_t^4，在其它地区，与本层类似的地层，统称为侏罗系。

1953年，张家环会同西北石油局各地质小队组成联合普查队，统一划分了潮水盆地地层层序，正式将本层定为侏罗系“青土并系”，仍分为四层。

1954年，西北石油局104队、105队在本层中采得侏罗纪植物化石 *Neocalamites* sp.、*Equisetites* sp.等，认为本系岩性除J_t^4（现沙枣河群下部）较特殊外，均可与河西龙凤山系对比，故明确其时代为早侏罗世。

1958年，103队根据南北地层对比及在梧桐树沟发现J_1t^1与J_1t^2之间有不整合现象存在，把“青土井统”划分为两层，原J_1t^1划为二叠系，J_1t^2改为J_1t^1，J_1t^3改为J_1t^2，J_1t^4划入砂枣河群，并确定“青土井统”为中下侏罗系。第二年(1959年)，该队又在所划的二叠纪地层中，找到了依物化石，初步鉴定为*Ginkgoites*，属下侏罗统，因此，将二叠系重新划为J_1t^1，并认为“青土井统”属下侏罗统。

1960年，131队、132队将原“青土井统”改名为“青土井群”，并根据化石资料，通过地面、井下地层对比，将其确定为中下侏罗统，细分层未变。至此，潮水盆地的中下侏罗统青土井群基本确立。

A.分布状况

中下侏罗统青土井群地面露头主要分布于南部龙首山北麓，呈东西向带状展布。北部出露于宝家井，阿拉善右旗及红砂岗一带。南部拗陷，北部单斜带经钻探证实也有分布。拗陷其它部分推测应有青土井群。隆起上经钻探证实缺失。

青土井群厚度在北部拗陷为300～946.8米，南部拗陷200～1143米以上，向凹陷中心增厚。

B.沉积特征

因盆地南北沉积环境各异，表现为沉积特征明显不同。北部以上井子剖面为代表，沉积分三个旋回。

下部：褐黄色、灰黑色页岩夹灰白、灰黄色砂岩，砾岩。顶部夹黑色玄武岩。砾石成分以花岗岩为主，含少量石英岩。砾径0.1～0.3厘米，大者0.5～1厘米，半棱角—半圆状。含铁质结核，具交错层理。页岩中夹褐铁矿薄层，含碳质、植物化石碎片。厚65米。与下伏前侏罗系不整合接触。

中部：浅黄色砂岩、砾岩与灰绿色页岩及砂岩、页岩，粗细相间形成三个小旋回。砾石成分多为花岗岩、浅成岩及石英片岩，少量绢云母、石英片岩、千枚岩、白云母片麻岩。砾径0.5～2厘米，大者3.5厘米，半棱角至半圆状。具交错层理，节理中有方解石脉，含铁质结核。页岩中含煤线。产植物化石*Coniopteris hymenophylloides*(Brongn.)、*Podozamites Lanceolatus*(L. et. H) Braun, *Baiera* sp., *Coniopteris* cf. *burejensis*(Zalessky), *Ginkgoites* cf. Obrutsckevi

Seward, *Todites williamsoni*, *Czekanowskia* sp., *Neocalamites* cf. *Carcinoides* Harris, *Podozamites* cf. *Lanceolatus*(L. et. H.)*Equisetites* sp.,*Coniopteris* sp., *Gladophlebis tsaidamensis* Sze。厚 约 164 米。

上部:为灰黄色砾岩、砂岩与灰绿色泥、页岩,粗细相间形成两个小旋回。砾石成分以花岗岩及浅成岩为主,有少量石英岩,片岩及千枚岩。砾径0.5 ~3厘米,半棱角至半圆状。泥岩及砂质页岩中夹有煤层与煤线。产植物化石*Cladophlebis* sp.、*Hausmannia Leeiana* Sze。厚约196 米。

盆地南部以青土井剖面为代表,为一套底粗上细的正旋回沉积。

中下部: 黄灰色、青灰色砾岩,砾状砂岩,砂岩与灰绿色泥页岩不等厚互层。砾石成分为石英岩、片岩及花岗岩。砾径 0.1 ~ 0.5 厘米,大者 1 ~ 5 厘米,圆至半圆状,部分为棱角状。粘土质、方解石胶结,含黄铁矿。产植物化石 *Sphenopteris* sp., *Desmiophyllum* sp., *Taeniopteris* sp., *Phoenicopsis* aff. *angustifolia* Heer, *Equisetites* sp., *Sphenobaiera* sp., *Baiera furcata*(L. et. H) Braun, *Coniopteris hymenophylloides* Brongniart, *Sphenobaiera longifolia* (Pomel)Florin、*Pityophyllum* sp.、*Carpolithus* sp., *Cladophlebis* sp., *Baiera gracilis*, *Czekanowskia* cf. *rigida*, *Phoenicopsis* sp. ,*Ginkgoites* cf. *siberica*, *Podozamites* sp.、*Neocalamites* sp.、*Eotlenias* sp., 瓣鳃化石 *Ferganoconcha* sp.。厚 444 米。与下伏前侏罗系不整合接触。

上部: 厚层灰白色、天青色及灰绿色、黄色页岩互层。含石膏脉、黄铁矿。产植物化石 *Cladophlebis* sp., *Coniopteris hymenophylloides* , *Podozamites* sp., *Elatocladus* sp., *Baiera gracilis*、*Czekanowskia speciosa*、*Phoenicopsis* sp., *Coniopetris* sp.、叶肢介 Estheria sp., 厚 56 米。

C. 时代确定依据

玉门石油管理局及甘肃省地质局区测队均采有大量中下侏罗统 *Coniopteris hymenophylloides* 等植物化石组合和*Ferganoconcha* 动物化石。前人在该区已分别建组。

D. 青土井群的划分与对比

a. 井下地层与地面露头的对比

窖南 5 井是盆地南北拗陷所有钻井中最深的井,也是揭露凹陷中地层最全、最厚的井。因此,窖南 5 井剖面与地面剖面的对比有很大的代表性。

将窖南 5 井与青土井构造地面剖面进行对比,结果是良好的,基本上为一个下粗上细的沉积旋回。窖南 5 井的 1619 ~ 1725 米井段可与青土井剖面上部对比; 1725 ~ 2407 米井段可与其中部对比; 2407 ~ 2762.5 米井段可与其下部对比。对比依据如下:

ⓐ 岩性: 上部以泥岩、页岩为主,夹薄层砂岩,中部为砾岩与泥岩的互层,下部以砾岩、砂岩为主,夹薄层泥页岩。

ⓑ 重矿物: 锆石的含量较低,而石榴子石含量较高。

ⓒ 电测曲线: 青土井构造土 14 井的电测曲线形状与窖南 5 井 2407 ~ 2705 米井段的电测曲线形状相似, 电阻率较高, 有三个高电阻层, 自然电位负异常大(参见图 5-5-3)。

b. 盆地南、北青土井群的对比

盆地南、北青土井群出露面积有限,断裂破坏比较严重,相距又较远,因此对比是很困难的。根据化石、岩性及各项分析资料进行对比,认为南、北青土井群属于同时代的产物,但细层不能

对比(图5－5－8)。对比依据如下:砾岩、砂岩的颜色均为灰白色、灰黑色,泥岩、页岩均为灰绿色;植物化石群相似,均为 *Coniopteris hymenophylloides* 等植物化石组合,盆地南北植物化石丰富;重矿物锆石及石榴石的含量均高。

但盆地南、北青土井群也存在很多差异,首先是岩矿成分不同:南部以变质岩块为主(占70～80%),而北部以火成岩块为主(占50～80%)。其次是长石种类不同:南部有斜长石,而北部没有。第三是砂岩类型不同:南部以硬砂岩为主,而北部以长石砂岩为主。第四是重矿物成分不同:南部有较多的蓝晶石、十字石,而北部黑云母、磷灰石、绿帘石较多。另外南部窖南5井只有一个沉积旋回(可能下边还有),而北部为多旋回沉积。

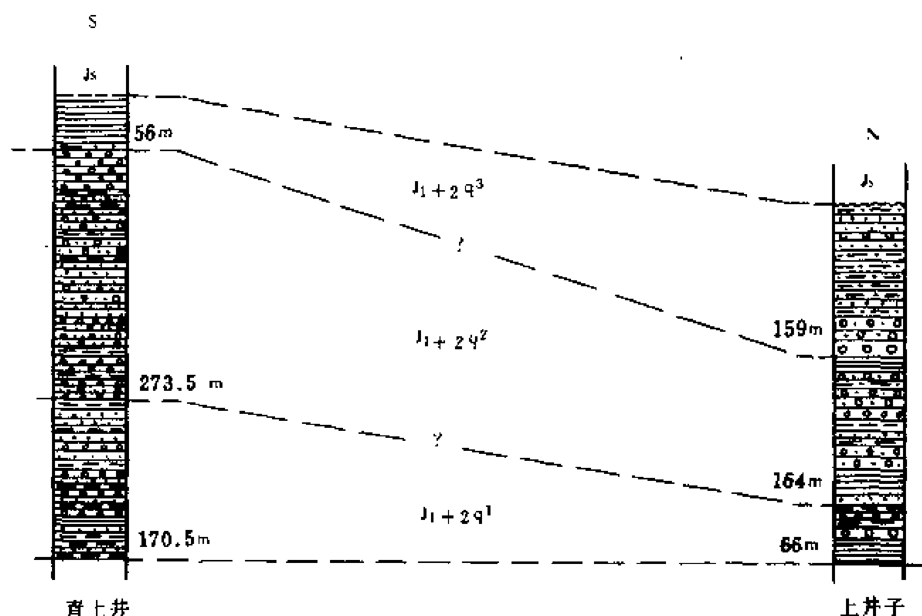


图5－5－8 潮水盆地青土井群对比图

盆地南、北青土井群同属一个时代是无疑的,但由于其相距较远,物质成分的来源不同以及当时盆地的分割性造成了沉积特征上的差异,使南北各自成为一个系统,具体层位不能对比。因此,北部的青土井群可以分为上、中、下三组,而南部的青土井群不一定分为三组,也可能窖南5井的沉积旋回相当于北部的下、中、上三组,但目前的资料还不足以得出结论。

②上侏罗统沙枣河群(J_3sh)

沙枣河群是1952年西北石油局第8、9、10地质队在盆地西南发现的。根据与上下地层的接触关系列为白垩系,称"K_1"。1953年,张家环对盆地进行了观察,将"K_1"定名为"沙枣河层",其时代定为白垩纪。青土井区现沙枣河群下部巧克力色泥岩划为侏罗系"J_{1t}^{4}"。

1954年,西北石油局104队、105队通过与酒泉盆地地层对比之后,认为"沙枣河层"相当于赤金堡系,将其时代划为晚侏罗世。1955年改名为"沙枣河统"。1957年,104队曾经把"沙枣河统"的时代定为白垩纪,将其划入庙沟群。后来,103队(1958)根据其与相邻地层的接触关系,把"沙枣河统"划入中侏罗统,并将盆地南部"J_{1t}^{4}"巧克力色泥岩也划入中侏罗统"沙枣河统"。1959年进一步研究了其接触关系,认为将本层划入中上侏罗统是合适的。1960年,131队、132队将其确定为上侏罗统,并改名为"沙枣河群"。此名沿用至今。

A. 分布状况

沙枣河群的分布与青土井群相同，但范围更广些。其厚度在北部拗陷为86～ 572 米，在南部拗陷为 528 ～ 775 米，窖南 5 井厚 577 米。

B. 地层特征

岩性特征南北不同。北部仍以上井子剖面为代表，是一套底粗上细的正韵律沉积。下部为灰色砾岩，砾状砂岩夹薄层灰绿色砂质泥岩；上部为砾岩与灰绿色、巧克力色砂质泥岩互层。砾石成分以花岗岩为主，其次有石英岩、片岩及辉绿岩。砾石底粗上细，半圆至圆状。方解石胶结，含钙质、铁质结核。厚 572 米。

南部以青土井剖面为代表，是一套底细上粗的反韵律沉积。下部为厚层巧克力色泥岩，质较纯，致密坚硬，含大量石膏脉，在南部拗陷厚 200 ～ 500 米；上部为棕红色、巧克力色泥岩与砂岩不等厚互层；顶部为灰色砾岩，成分以石英片岩为主，有千枚岩、花岗岩及喷发岩，砾径 0.5～ 2厘米，大者5厘米，棱角至半棱角状，部分呈扁圆状，方解石胶结。砂岩中至厚层状，节理发育。泥岩中含石膏。总厚572 米。

沙枣河群与下伏青土井群假整合或不整合接触。

C. 时代的确定

上侏罗统虽无化石，但根据地层出露情况和中下侏罗统青土井群在拗陷边缘为断层或不整合接触(图 5－5－9)，被下白垩统庙沟群不整合其上(图 5－5－10)，故划分为上统较恰当。从岩性、岩相特征来看，可以与区域的上侏罗统相比，故认为沙枣河群划为上侏罗统较为适宜。

D. 沙枣河群的划分与对比。

沙枣河群南北岩性不同，沉积特点各异。因此，只能南、北分别对比，而全盆地的对比比较困难。根据整个侏罗系、白垩系剖面的对比，认为南、北沙枣河群属同时代的产物，但细层不能对比(图 5－5－11)。其南北两部差异情况见表 5－5－3。

(2)白垩系(K)

潮水盆地的白垩系分布广泛，分上下两部分，以沉积间断为界，下部称庙沟群，上部称金刚泉群。前人曾做过不少工作。最早孙健初(1940 年)在青土井一带调查时将白垩系称为“甘肃系”，时代划入第三纪。1952 年，张家环将其划入白垩系，下部称“K_2”，上部称“K_3”。1953 年，西北石油局 102 队发现下部在庙沟出露完整，上部在金刚泉出露完整，故下部命名为“庙沟层”，上部命名为“金刚泉层”。1955 年，西北石油局 104 队确定了其时代，将“庙沟层”划入下白垩统，“金刚泉层”划入上白垩统。1960 年，131 队、132 队沿用这一分层，但将地层名称“庙沟层”改为“庙沟群”，“金刚泉层”改为“金刚泉群”。本志也沿用这一分层。

① 下白垩统庙沟群(K_1mg)

在盆地内广泛分布。大量出露于盆地西南缘丘陵地带，庙沟出露最厚，为888 米，向四周减薄至 400 米左右。在南部钻井证实厚 87 ～ 452 米。

岩性下部为暗红色角砾岩，暗红、灰白色砾岩夹砾状砂岩及灰绿色泥砂岩。成分杂，一般砾径 2 ～ 4 厘米，半棱角状。上部为棕红、灰白色砾岩，砂岩，砂质泥岩，砾石呈半圆一半棱角状，具交错层理。产腹足类：*Physa* sp.；瓣鳃类：*Tutuella* sp.，*Sphaerium* sp.；植物化石：*Ginkgoites* sp.，*Cladophlebis* sp. 等。与下伏侏罗系不整合接触。

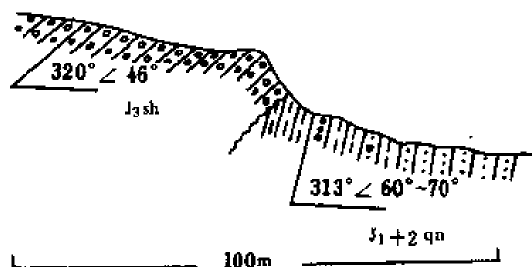


图5－5－9 潮水盆地青土井构造北翼J_3sh与J_{1+2qn}关系图

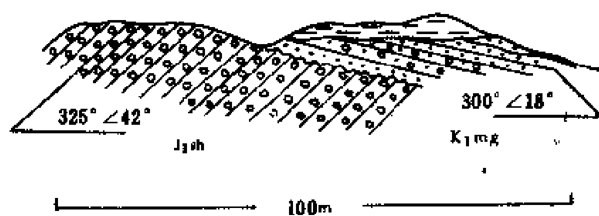


图5－5－10 潮水盆地红寺湖南K_1mg与J_3sh关系图

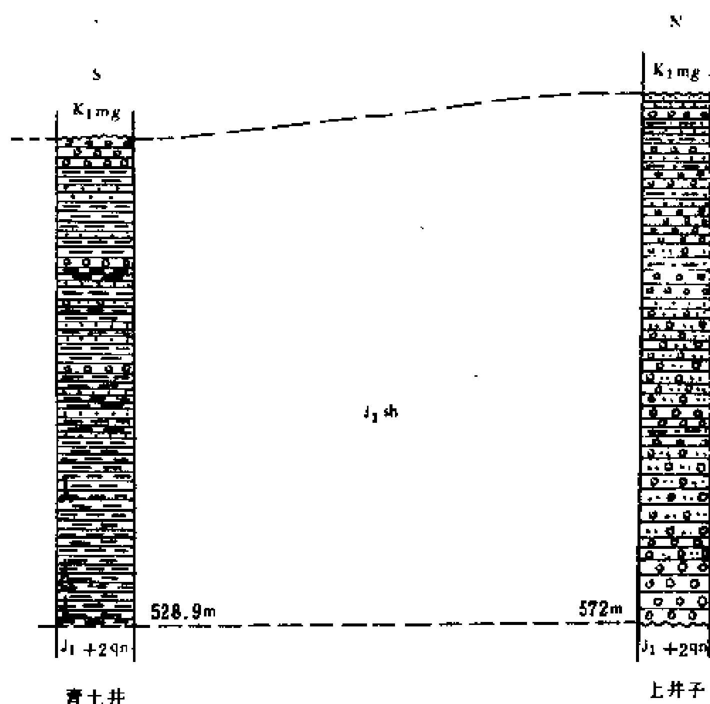


图5－5－11 潮水盆地沙枣河群对比图

② 上白垩统金刚泉群(K_2jn)

分布范围较下统小，以苦水、上井子一带最厚，达627～695米，其它地区均薄。

岩性下部为棕红、灰白色砾岩，砂岩与砂质泥岩不等厚互层，成分以变质岩屑为主，砾石呈半圆—圆状，含钙质结核。上部为棕红色砂岩、砾岩与泥岩不等厚互层，成分杂，颗粒呈半圆与半棱角状，具交错层理，含多量钙质结核。产爬行类：*Protoceratops* sp.，叶肢介：*Estheria* sp.，植物：*Brachyphyllum* sp.、*Podozamites* sp.，*Onychiopsis* sp. 等化石。与庙沟群不整合或假整合接触。

③时代的确定

A.于东山庙剖面采有原角龙化石，经鉴定属晚白垩世。同时与下伏接触多见明显的不整合关系（图5－5－12）。上部被上新统不整合覆盖，故定为金刚泉群。

B.下统在赖巴泉于化石层中还见到 *Tutuella* cf. *Crassa* 及 *Pseudocardinia* sp.化石，属侏罗系化石分子，故说明对该套地层的时代归属尚有争议。根据全国地层会议文献和本区地质特征及与上侏罗统和上白垩统呈不整合或假整合接触关系（参见图5－5－10、图5－5－12），因而暂归为庙沟群。

C.白垩系的划分和对比，如图5－5－13。

④ 白垩系划分与对比依据如下

A.沉积旋回：

上、下统为两个不同的沉积旋回，下统庙沟群为一套红色粗碎屑的正韵律沉积；上统金刚泉群在北部为大套灰色砾岩，在南部为下粗上细、下灰上红的正旋回沉积，上、下统之间存在沉积间断。

表5－5－3　潮水盆地上侏罗统沙枣河群南北两部对比表

	北　部	南　部
沉积旋回	自下而上颗粒逐渐变细，总的可以看做一个沉积旋回。底部有角砾岩或粗砾岩	下细上粗，为一反旋回沉积。但在西部红洼一带相变为下粗上细的正旋回沉积
岩屑成分	以火成岩为主，主要有花岗岩	以变质岩为主，主要为石英片岩
接触关系	与上下地层均呈不整合接触	在拗陷内与下伏地层假整合接触，与上覆地层不整合接触。在西部拗陷边缘区与上下地层均为不整合接触
气候	沉积产物反映当时为干燥气候，与西北地区的气候旋回一致	同北部
电性特征	因区内缺乏钻探资料，其电性特征不明	自然电位曲线上部以高幅指形曲线，下部以大段平滑的泥岩基线为特征；视电阻率以低阻为特征，＜10 ΩM，曲线上部微齿化，下部较平直（参见图5－5－3）

B.重矿物特征：

下统庙沟群：北部以十字石为主，南部以锆石、石榴石、磷灰石含量低为标志。

上统金刚泉群：北部以磷灰石为主，南部以锆石、石榴石、磷灰石含量高为标志。

C.电性特征：

自然电位与视电阻率曲线均为齿形曲线。但下统庙沟群与上统金刚泉群又有区别：从自然电位曲线相对于泥岩基线的负异常幅度来看，下统高，上统低；曲线形态下统为低幅齿形，上统为中幅齿形。视电阻率值则下统低，平均10欧姆米；而上统高，平均10～15欧姆米（第三系更高，20～70欧姆米）（参见图5－5－3、图5－5－4、图5－5－5）。

3.新生界（Kz）

（1）第三系（R）

第三系在盆地内的岩性与酒泉盆地是非常相似的。因此，孙健初（1940）将这套地层命名为“甘肃系”。1953年，西北石油局D2队因没有找到任何化石，而没有划分出上下第三系，仅根据沉积间断和岩性将其划分为四层。1957年，104队将上部两层划入新第三系，称“玉门统”。1958年，103队将上部第四层划入第四系。1960年，玉门石油管理局研究院对河西各盆地第三系作了统一命名，将潮水盆地第三系“甘肃统”

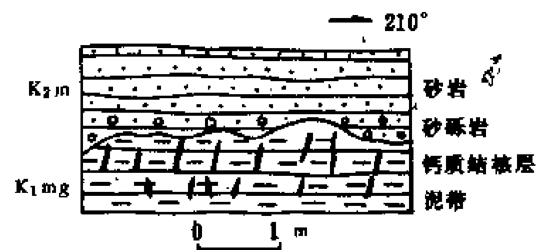


图5－5－12　K_2jn与K_1mg不整合接触关系示意图
据甘肃省地质局区测报告（1971）

“TrK_1”命名为“白杨河群”，“TrK_{2-3}”命名为“疏勒河群”。1971年甘肃省地质局区测队根据岩性对比，将疏勒河群划为“上新统临夏组”，将白杨河群划为“中新统”，并分为三个岩组。1984年研究院勘探室研究了前人的资料，认为区测队划分的时代是正确的，但地层名称沿用

1960年的名称比较适合。因此，本志按前人的划法将第三系划分为“中新统白杨河组”和“上新统疏勒河组”。

第三系分布范围较白垩系小，地面出露于北大山南缘、窖水隆起东北部及东龙首山北麓。拗陷内广泛分布，被第四系覆盖，其厚度变化在 0 ～ 500 米之间。

① 中新统白杨河组(N_1b)

岩性比较稳定。底部为桔红色钙质结核层；下部是棕黄色、棕红色砾状砂岩，砾石呈半棱角至半圆状；上部为棕红色砾岩、砾状砂岩及泥岩。厚 196 ～ 400 米。与白垩系不整合或假整合接触。

② 上新统疏勒河组(N_2s)

岩性形成两个旋回，为灰白色砾状砂岩、棕黄色砂岩、砂质泥岩之略等厚互层，顶部土黄色泥岩，具交错层理。厚 60 ～ 195 米。与白杨河组假整合接触。

(2)第四系

广泛分布于盆地内部。前人对第四系有过比较详细的研究，尤其在 1957 年 105 队在盆地内进行水文地质普查时，对第四系进行过详细研究，将第四系分为三层。1958 年 103 队又将其划分为四层。这个分层一直沿用至今。

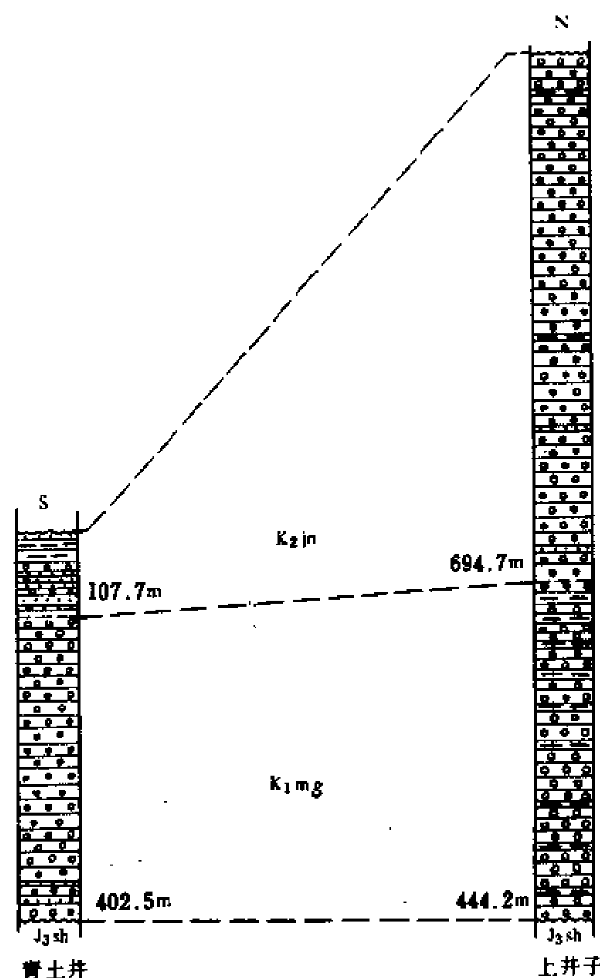


图 5－5－13　潮水盆地白垩系对比图

第四系岩性下部为灰、淡褐色砾岩，砂砾岩，砂泥质充填，胶结疏松，砾径一般 1 ～ 5 厘米，最大者可达 30 厘米，分选很差。中上部为近代未胶结的土灰色砂砾层、黄土状亚砂土、砂丘。第四系不整合于下伏一切地层之上。

(二)侏罗系沉积相

侏罗系在盆地中占有很重要的地位，中下侏罗统青土井群是盆地内唯一发现含油的层系。因此，历年来，人们很重视侏罗系特别是中下侏罗统青土井群的研究。

侏罗系沉积相的研究工作起步较晚。最初是 1960 年 131 队对盆地的中新生界，特别是侏罗系岩相古地理做了比较系统的研究。1984 年玉门石油管理局研究院勘探室收集了前人的资料，因资料少，无法进行更深入的研究，只是对 1960 年 131 队的研究成果作了简单总结，现介绍如下。

1. 中下侏罗统青土井群沉积相

根据岩性、厚度、沉积特征及地球化学相资料分析，青土井群沉积可以划分以下几个相带。

(1)浅湖— 半深湖相：窖南凹陷带属此相带。据推断，庙北凹陷带也可能属此相带。纵向

上在剖面的上部属半深湖相，其相标志是灰绿色泥、页岩发育，有油页岩，含分散黄铁矿及叶肢介浮游生物遗体，有机碳含量0.06 ~ 1.67 %，Fe^{2+}/Fe^{3+} 比值8.5 ~ 6.27，属还原环境。剖面下部属浅湖相，其标志是岩性粗，具厚层砂岩夹泥岩，有机碳平均含量 0.29% 以下，Fe^{2+}/Fe^{3+} 比值0.95 ~ 1.5，为弱还原环境。

（2）滨湖—沼泽相：北部单斜带属此相带。有下列标志：剖面下部为砂岩、泥岩互层，砾石为半圆状，分选较好，上部以含煤层为特征，植物化石丰富，并见植物茎根，有机碳含量0.025 ~ 0.35%，Fe^{2+}/Fe^{3+} 比值0.3 ~ 1.3，一般在1以下，属弱还原环境。

（3）河流相：龙首山北麓雅马头一带属此相带。为砂砾岩互层夹砂质泥岩，砾石呈半圆至半棱角状，砂岩多呈透镜状。

各相带的平面分布见图5－5－14。

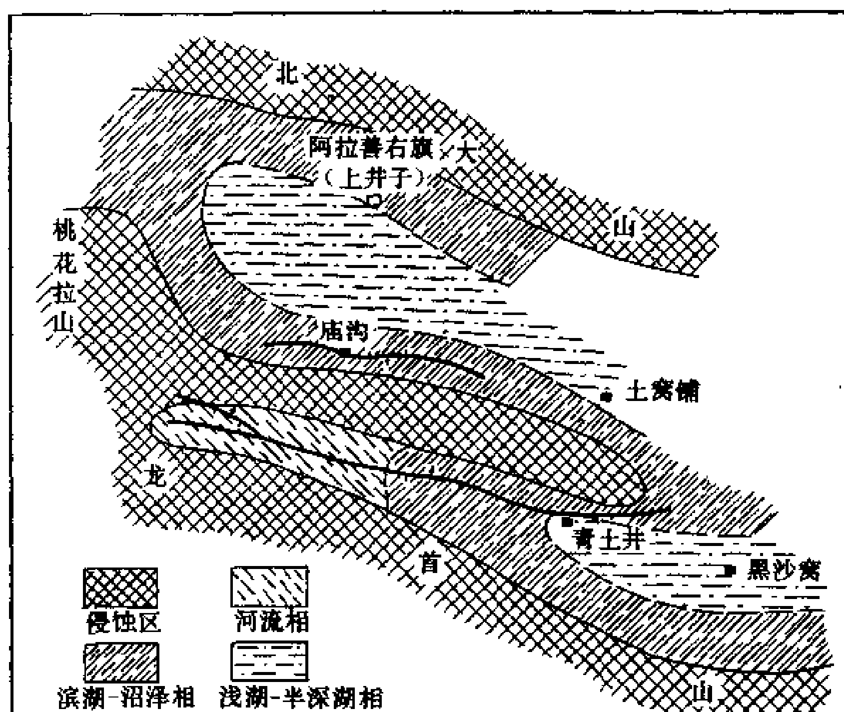


图5－5－14　潮水盆地$J_{1+2}qn$岩相古地理图

2.上侏罗统沙枣河群沉积相

上侏罗统沙枣河群发育三种沉积相：

（1）山麓堆积相：主要分布于龙首山雅马头一带，其岩相特征为暗棕红色砾岩，大小混杂，分选差，为氧化环境下的产物。

（2）河流—滨湖相：分布于北部上井子、南部青土井一带，面积较广。岩性细，为棕红色砂泥岩夹砾岩，砾石呈半棱角至半圆状，层中夹砂岩透镜体，含铁质结核。

（3）河流—浅湖相：主要分布于青土井、窖南区及庙北一带。岩性细，为红色砂、泥岩组成。在南部，剖面下部为巨厚的巧克力色泥岩，向上变粗，为砂砾岩、泥岩互层。

四、构造

(一)区域构造

潮水盆地位于龙首山之北，阿拉善沙漠带以南。槽台学说观点认为其大地构造位于阿拉善台隆南缘，是一个台缘盆地。

历年来,前人就潮水盆地的大地构造属性有过一些研究,大都是以槽台学说观点进行的。早在1944年,黄汲清在“假定阿拉善沙漠大部是在前寒武纪基础上的一个准平原”条件下,认为阿拉善沙漠在大地构造上属内蒙地轴,并称之为“阿拉善三角地”,南部边缘为龙首山,是一些羽状排列的块断山,属古生代地槽的南山华力西褶皱带。因此,张家环、张维亚、徐旺等(1950 ~ 1953年)根据黄汲清所下的定义,认为潮水盆地属阿拉善三角地。

1954 ~ 1956年,西北石油局104队认为盆地基底主要是由下古生界变质岩所组成,因而盆地属“山间盆地”,是南山(祁连山)地槽的一部分。

1957年，104队经过研究，认为盆地形成比较早“… 它在上古生代时期，经受的运动是有异于祁连山地槽”，因而纠正了以往的认识，认为盆地是“陆台上的一个盆地”。1958年以后，各地质研究队统一了认识，一致认为潮水盆地属阿拉善台隆南缘的一个台缘盆地。

70年代间，甘肃省地质局区测队在该区进行地质填图和找矿工作中，运用了李四光的地质力学观点，对盆地的大地构造属性进行了讨论，认为潮水盆地位于祁吕弧挤压带、东西向挤压带和帚状旋扭体系及河西系等多种构造体系的交挤地区。

1979 ~ 1984年,玉门石油管理局仍沿用了传统槽台说观点,将盆地划为阿拉善台隆的一个台缘盆地。

潮水盆地经过20多年的深入研究,已基本明确组成盆地基底的岩系是震旦系、前震旦系结晶岩系由于南北几个盆地基底性质的不同,决定了盆地在构造区划上具有明显的差别。潮水盆地处于结晶地块区,属阿拉善台隆范围,龙首山以南的酒东、民乐等盆地是古生界基底,则属祁连山优地槽褶皱带北部边缘河西走廊过渡带。通常以龙首山深大断裂为界,将地槽、地台之间的南北坳陷,按其所处的位置,分别命名为槽缘坳陷带和台缘坳陷带。潮水盆地即位于阿拉善台缘坳陷内。因此该盆地划分为台缘盆地是正确的。

(二)构造单元划分

自潮水盆地开展勘探工作以来，地质工作者很重视对盆地构造的研究。构造单元的划分工作也随之开展起来。早在1952年，孟庆麟根据地面构造简单地将盆地西南部构造分为三个褶皱带。1953 ~ 1956年，西北石油局102队、104队、105队在原来划分的基础上增加了北部宝家井褶皱带。这是最简单的构造单元划分。

真正的构造单元划分是在1957年开始的。当时,105队将盆地西部分为四带:第一带北大山结晶岩系;第二带北大山金刚墩北凹陷;第三带金刚泉、窨水一线的长垣状隆起;第四带龙首山隆起。

1958年，103队综合研究了区域构造之后，比较系统地进行了构造单元划分，将盆地划分为龙首山北缘凹陷带、窨水一俄卜隆起带、中央凹陷带、狼心墩一宝家井隆起带和北大山南缘凹陷带。第二年，104队进一步工作后提出了三带划分意见，即南部凹陷带、中央隆起带和北部凹陷带。1960年，131队、132队将这三个一级构造单元分别改名为窨南坳陷、窨水隆起和庙北坳陷，并进行了二级构造带划分。1961年,131队在1960年工作的基础上重新进行了二级构造带划分。划分如下:

窨南拗陷：包括窨南凹陷带、黄毛石墩隆起带和西坡乡单斜带三个二级构造带；

窨水隆起；

庙北拗陷：包括北部单斜带、马祖庙隆起带和苦北凹陷带三个二级构造带。

1984 年，玉门石油管理局研究院勘探室以基底结构、断裂构造为主要依据，将盆地划分为三个一级、五个亚一级和六个二级构造单元，其中否定了马祖庙隆起。具体划分如表 5－5－4。

表 5－5－4　潮水盆地构造区划表

一级构造单元	亚一级构造单元	二级构造单元	三级构造
庙北拗陷 Ⅰ	北部单斜带 I_1(3470 平方公里)		
	庙北凹陷带 I_2(2930 平方公里)	庙北凹陷	
		土窝铺凹陷(？)	
		锁锁井凹陷(？)	
窨水隆起 Ⅱ (2700 平方公里)			17 个背斜(见表 5－5－5)
窨南拗陷 Ⅲ	窨南凹陷带 III_1 (1630 平方公里)	窨南凹陷 III_{1a}	
		头井子凹陷 III_{1b}	
		苏 1—昌 2 井凹陷 III_{1c}	苏武山构造
	黄毛石墩凸起带 III_2(220 平方公里)		黄毛石墩构造
	西坡乡单斜带 III_3(1050 平方公里)		龙口构造

现以 1984 年的研究成果为主，将构造单元的划分主要依据—基底结构、断裂构造及各亚一级构造单元之构造特征简述如下。

1. 基本结构

潮水盆地由于构造活动频繁、断裂发育，因此在经受历次构造运动的改造以后，基底构造异常复杂(图 5－5－15、5－5－16)。

盆地北部：从图 5－5－16 中可以看出，宝家井区基底北高南低，横贯两条东西向断层，基底埋藏较浅，小于1500 米。金刚墩—庙沟大断层以北至北大山边缘基底，南低北高，呈单斜状。凹陷中心位于庙沟北，埋深2600 米以下。河雅公路以东资料比较少。根据重磁力资料推测可能是一个凹陷，在锁锁井东埋深大约3000 米。

盆地中部：南北以窨水及金刚墩 — 庙沟大断层为界，基岩埋深浅。利用重磁力、电法成果及钻井资料，明确基底是一个相对隆起，总趋势南高北低，呈单斜状，基底埋深小于 1300 米。

盆地南部：北以窨水大断层为界，南至龙首山北麓。从拗陷周围露头可以清楚地观察到基底构造异常复杂，推断拗陷内基底构造也很复杂，重磁力资料也有显示。据现有资料研究，认为窨南拗陷是盆地中最深的凹陷，凹陷中心在窨南 4 井南面，埋深约3600 米，向南抬至地表。

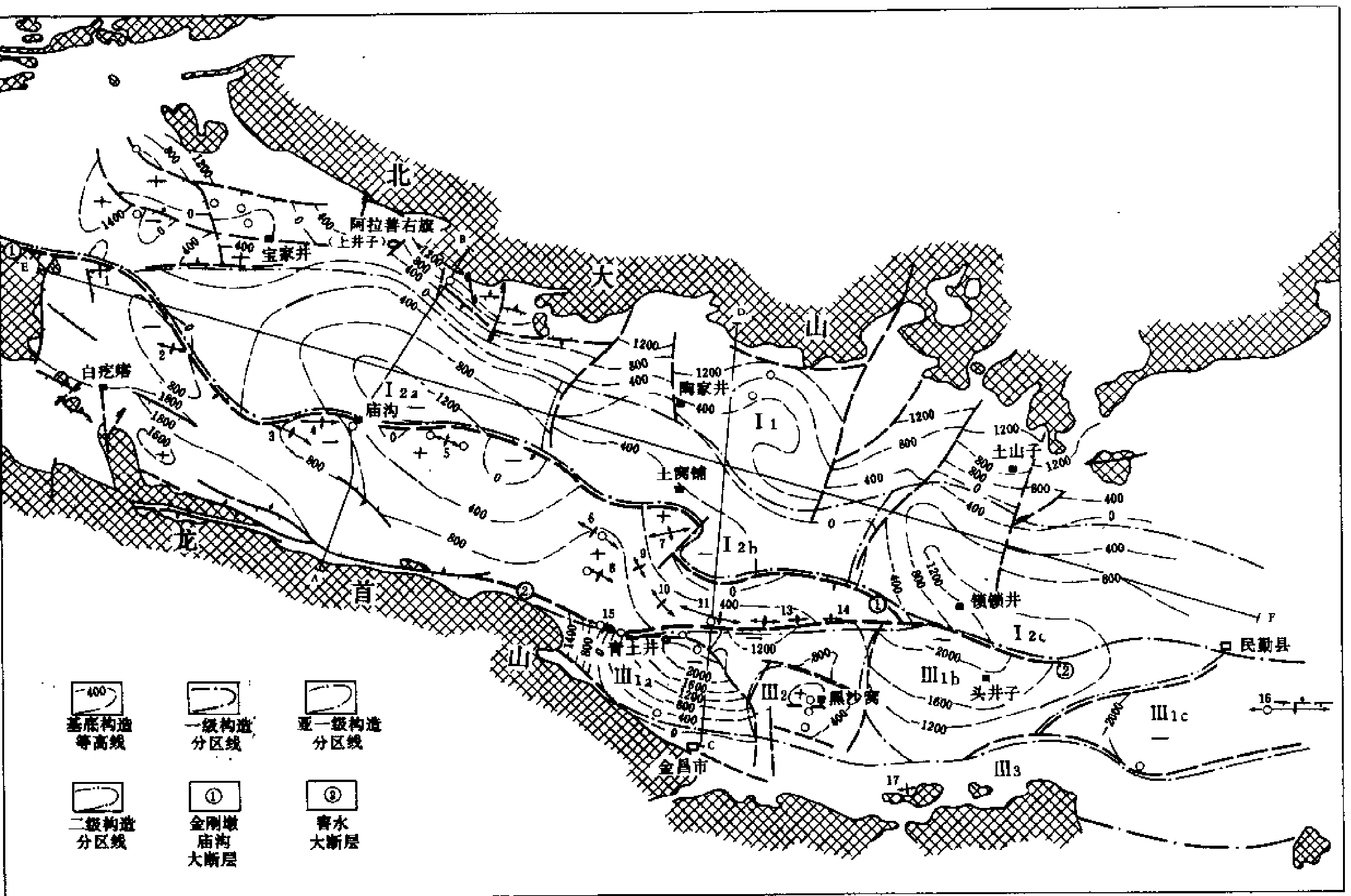


图 5－5－15　潮水盆地构造区别图

局部构造名称：1— 狼心墩；2— 俄卜；3— 金刚墩；4— 庙沟；5— 苦水；6— 夹滩（1、2、3）；7 高老山；8— 夹南；9— 红疙瘩；10— 喇麻沟；11— 窨水；12— 界墩；13— 中间；14— 黑水墩；15— 青土井；16— 苏武山；17— 龙口

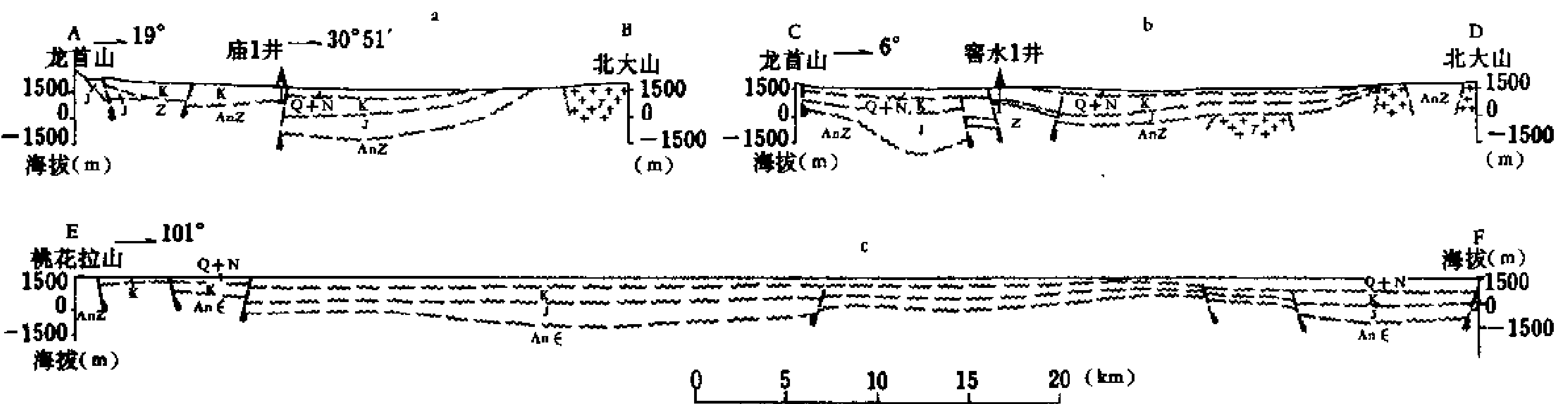


图 5-5-16 潮水盆地构造横剖面图

a— 龙首山—庙 1 井—北大山构造横剖面; b— 龙首山—窖水 1 井—北大山构造横剖面;
c—桃花拉山— 民勤公路构造横剖面

向黑沙窝方向为凸起带,埋在1400 米左右,周围存在断层。头井子为一凹陷,埋深约3500 米,向南逐渐抬升。再向东苏1 一 吕2 井之间可能有一凹陷,埋深在3600 米左右,周围有断层存在。后两个凹陷因资料少,其性质不明。

2.断裂构造

构造活动频繁、断裂发育是盆地构造的主要特点。它们的发生、发展对盆地构造格局、侏罗系的分布、保存和油气藏的分布有着十分重要的控制作用。

据分析研究,盆地的断裂大致可分为走向近东西向和近南北向两组,呈 X 型展布(见图 5-5-15)。一般近东西向断层形成期早,断距大,延长远,多以高角度逆断层为主,控制着盆地一、二级构造和侏罗系的分布。南北向断裂规模也较大, 多是白垩纪以后形成的新断层,以正断层和平移断层为主,控制着盆地二级构造。现将主要断裂分述如下。

(1)东西向断层

① 金刚墩一庙沟断层:西起桃花拉山北麓,东止窨水以东,走向北西西,长约 128 公里,苦水以东被第四系覆盖。重磁力、地震、电法资料都有所反映。断层性质可能为南倾北逆的冲断层,产状60 °左右。基底断距在庙沟最大,达1800 米左右。由钻井与地震资料推断,该断层形成时代早于侏罗纪。断层上下盘对应层位厚度不等,说明该断层是一条继承性发育的逆断层。

② 窨水断层:西起青土井西,经窨水至头井子北,长约 88 公里,再向东情况不明。地面断裂清楚,向东潜伏地下。断层性质为北倾南逆的冲断层。断层产状70 °左右,基底断距在1600 米左右。根据钻井与地震资料推测,断层形成于侏罗纪之前,是一条继承性发育的逆断层。

上述两条断层为窨水隆起与南北两拗陷的分界线。

(2)南北向断层

本组断层不如东西向断层发育。根据地面观察,本组断层切割白垩系,说明其形成时期在白垩纪之后。断层走向北东或北东东。断层性质以平移断层为主,少数正断层,沉积覆盖区不清楚。该组断层对盆地构造控制作用不明显,可靠程度较差,故不逐个描述。

3.构造特征

根据基底结构、断裂构造,将盆地划分为三个一级、五个亚一级构造单元和若干个次级构造单元(参见图 5-5-15,表 5-5-4)。各构造单元之构造特征分别描述如下。

(1)庙北拗陷

西起宝家井,向东可能延至莱菔山。目前因资料少,具体延伸情况还不十分清楚。拗陷北界北大山,南以金刚墩一庙沟断层与窨水隆起相接,面积约 6400 平方公里。根据基底起伏情况,又划分为两个次级构造单元:

A.庙北凹陷带:位于拗陷南部,由大小不等的三个凹陷组成,面积约 2930 平方公里。西部庙北凹陷较深,沉降中心在庙沟附近,埋深约2700 米。根据地震资料应是白垩纪晚期的沉积和沉降中心,白垩系厚度达1300 米以上,推断应有侏罗系存在。东部土窝铺凹陷,推测深约2000 米;锁锁井凹陷,推测深约3000 米。

凹陷内盖层构造与基底构造不符合,第三系底凸起的地方基底为凹陷(图 5-5-17)。因凹陷资料少,盖层断裂构造还不太清楚。

B.北部单斜带:面积约 3470 平方公里。此带地表出露白垩系、侏罗系,其中侏罗系陡而白垩系较缓。侏罗系青土井群上部含可采煤层。断层较多,断层线走向多北西,少量近东西。

(2)窨水隆起

横贯盆地中部，东南部和北部分别以窖水断层和金刚墩—庙沟断层与南北拗陷相接，西南以龙首山深断裂与龙首山相接，面积约 2700 平方公里。区内普遍缺失侏罗系，白垩系以上表皮构造发育，已发现有17 个地面构造。各构造除青土井构造为侏罗系构造外，其余均由第三纪及白垩纪地层组成，产状平缓，地层倾角一般在10°以下，构造形态及平面排列有一定规律性。共有两排构造：西北部有狼心墩、俄卜、金刚墩、庙沟、苦水五个北陡南缓的构造，北翼为断层切割，局部构造常出现多个高点；东南部窖水至黑水墩，各构造轴线近东西，向西呈北西方向转折，构造南陡北缓，南翼被断层切割，两端倾没闭合良好。局部构造形态均为背斜，详见表5－5－5，并参见图 5－5－15。

(3)窖南拗陷

位于盆地南缘，北以窖水断层为界，南至龙首山，西起青土井西，东至苏武山，面积约 2900 平方公里，西窄东宽，基底南浅北深，中央隆起。根据基底起伏情况划分为三个次级构造单元。

A.窖南凹陷带：位于窖南拗陷北部，西起青土井西，东至苏武山北，由窖南、头井子和苏1—昌2 井三个凹陷组成，面积约1630 平方公里。窖南凹陷基底埋深可达3600 米以上，头井子凹陷埋深约3500 米，苏1—昌2 井凹陷据电法资料反映深3600 米左右。经钻探证实，窖南凹陷有侏罗系分布，但构造状况不明，根据青土井西部侏罗系露头资料推测，凹陷内侏罗系断裂、褶皱可能强烈。东部两凹陷电法资料误差很大，地震资料品质差，无钻井资料，因而，对这两个凹陷的存在范围、凹陷深度、沉积盖层的分布及其构造特点等都不十分明确，经推断可能有侏罗系分布。苏1—昌2 井凹陷东存在一地面构造，前人称苏武山构造，其特征参见表5－5－4。

B.黄毛石墩凸起带：西起河雅公路，经黄1 井向东至马莲泉西，长约30 公里，宽约10 公里，面积约220 平方公里，基底埋深在1200 ～ 2000 米之间。在凸起上缺失中下侏罗统青土井群。经地震勘探查明在黑沙窝西存在一个局部构造，为黄毛石墩构造，以沙枣河群底部为标准层，构造轴长13 公里，长短轴比为1:2，构造幅度 200 米左右，构造四周有断层切割。断层规模和性质尚待进一步研究(参见表5－5－5)。

C.西坡乡单斜带：位于拗陷南部，面积约 1050 平方公里。基底南浅北深，呈北倾单斜。基岩埋深在1500 ～ 2000 米左右。因资料少，单斜带上构造状况、侏罗系及其以上的地层分布均不清楚。前人在龙口发现一地面构造称龙口构造，其特征参见表 5－5－5。

(三)盆地形成与演化

潮水盆地形成与演化史的研究始于 1953 年西北石油局102 队。后来，104 队(1955 ～ 1959)、131 队(1960 ～ 1961)都进行了比较深入系统的研究，对盆地的发展演化有了比较明确的认识。由于前人多是以槽台学说的观点进行讨论的，所以，他们对盆地的形成与演化有着基本一致的看法。1984 年玉门石油管理局研究院勘探室在前人研究的基础上进行了系统总结，现介绍如下。

潮水盆地地壳发展经历了三个阶段：第一阶段为前震旦纪地槽发育阶段，此阶段本区广泛为海槽，形成一套巨厚的海相碎屑岩沉积，中条运动(17.00 亿年)使这套地层褶皱变质，形成结晶基底。第二阶段为古生代地台发育阶段，自震旦纪开始，地壳抬升，处于隆起剥蚀状态，进入长期的稳定地台发展阶段。第三阶段为盆地形成与发展阶段，在此，我们着重对第三阶段予以讨论。

晚三叠世末，印支运动块断作用使地壳下沉，盆地初具雏形。在历次构造运动的影响下，

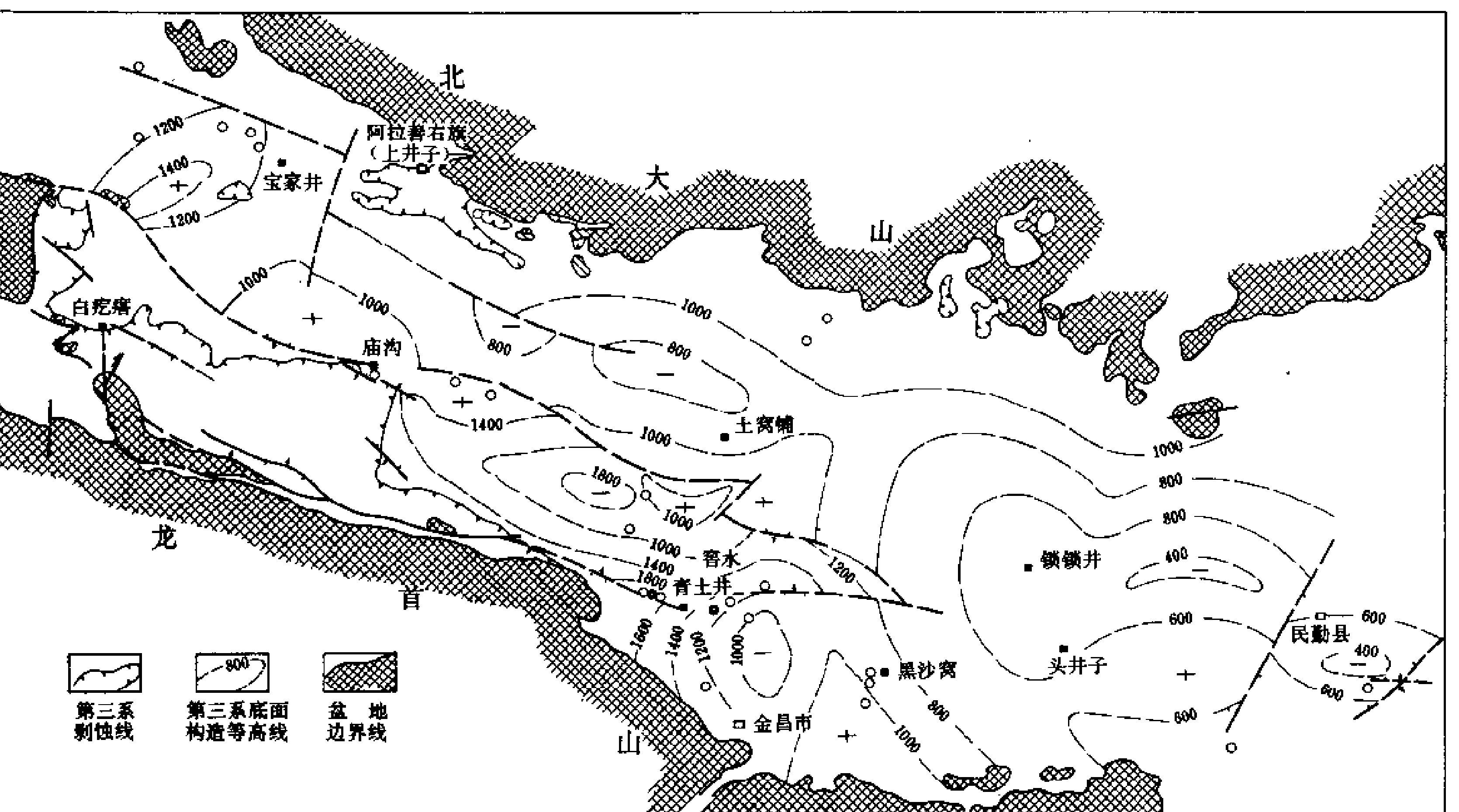


图 5-5-17　潮水盆地第三系底构造图

表5-5-5 潮水盆地局部构造要素表[1]

名称	轴线方向	轴部地层	翼部地层	轴长(km)	长短轴比例	构造面积(km)	两翼倾角	备注
狼心墩	近EW	AnZ	J_{3s}−N	4	1:2.5	7	北翼50°，南翼10°	西端北翼断层所切
俄卜	近EW	K_2j	N	4	1:3		北陡南缓	北翼断层切割
金刚墩	近EW	AnZ	J_{3s}−K_2j	6.5	1:4		北陡80°，南缓10°~20°	北翼为断层切割有三个高点
庙沟	80°	K_1m	K_2j	5	1:5	7	北陡70°，南缓15°	北翼为断层所切，有二个高点
苦水	近EW	K_2j	N			15	北陡南缓	四个高点,北翼为断层切割
高老山	近EW	N	N	5	1:3	6	北翼11°~30°，南翼4°~7°	
夹滩 夹三		N	N	4.5	1:3.5	3.5	近对称15°	
夹滩 夹二	NW转SE	N	N	3.5	1:3	6.7	北陡10°~20°，南缓8°	
夹滩 夹一	NW转EW	N	N	4	1:2	7.5		
夹南	NW转EW	N	N	3.5	1:2	2	北翼3°，南翼8°	
红疙瘩	NNW	N	N	3.5	1:3.5	3.7	北翼17°，南翼40°	
喇嘛沟	NW转SE	N	N	5.5	1:3	6	近对称	南翼断层切割
窖水	NW转SE	N	N	19	1:3.5	11.2	北翼4°~37°，南翼4°~67°	南翼断层切割
界墩	95°	N	N	2.5	1:3.5	3.4	北翼5°~21°	南翼断层切割
中间	95°	N	N	0.9	1:3	0.66	北翼8°~24°，南翼58°	南翼断层切割
黑水墩	120°	N	N	0.9	1:2	0.4	北翼28°	南翼断层切割
青土井	近EW	$J_{1-2}g$	J_{3s}−N	4.2	1:2	8	北翼14°~51°，南翼50°以上	南翼断层切割
苏武山	NEE			10	1:4	28	北翼45°~64°，南翼15°	北翼断层切割
黄毛石墩	近EW			13	1:2			四周断层切割　潜伏构造
龙口	N85°W	AnZ	K_1m	12.5	1:2.5		两翼近对称20°~30°	

[1] 资料来源于1961年131队"潮水盆地综合研究总结报告"。

盆地规模逐渐增大。其发展演化可分为以下三个阶段(图5－5－18)。

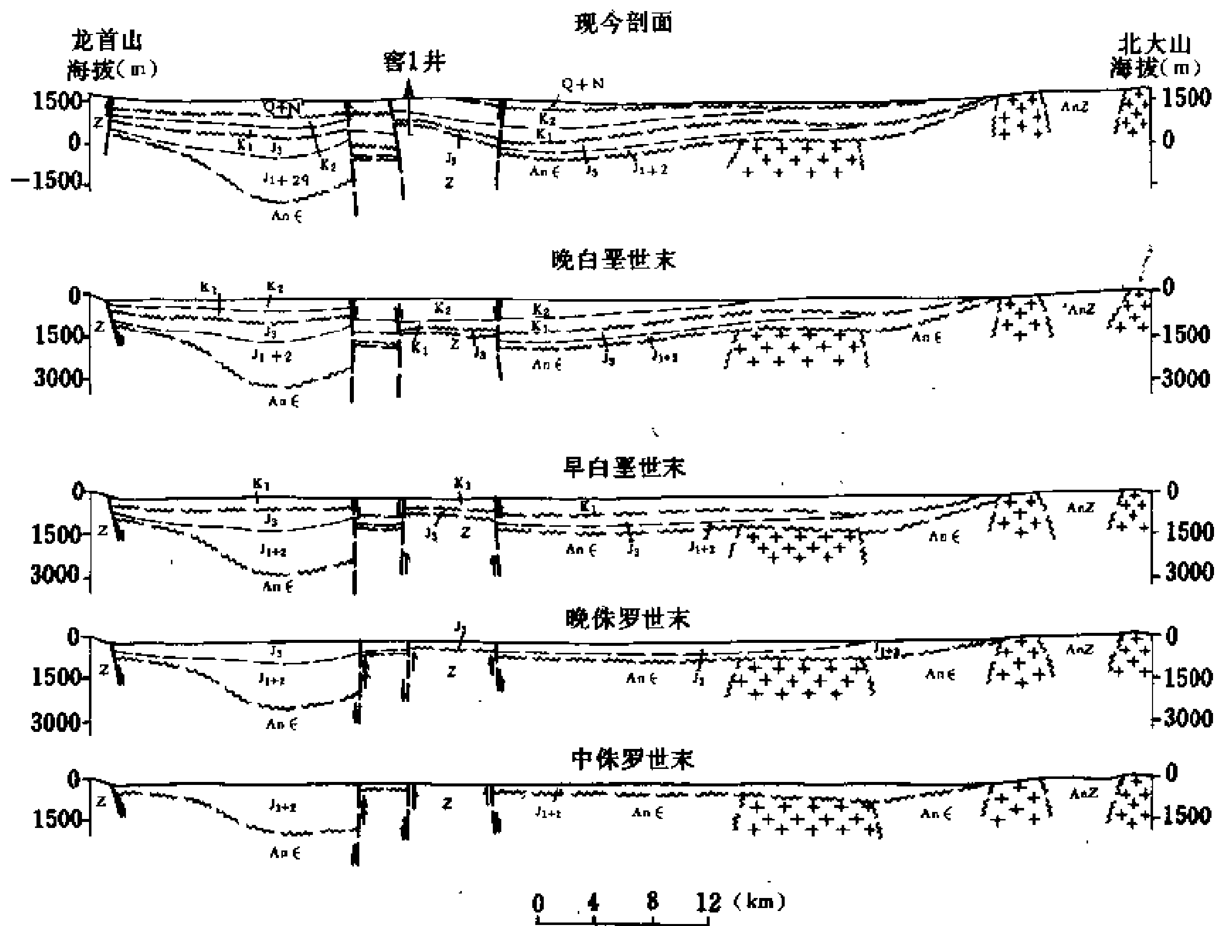


图5－5－18 潮水盆地构造发育史剖面图

1.地壳块断沉降阶段

三叠纪末,印支运动的影响使地壳块断下沉,形成南北两条呈东西向展布的断陷湖盆,接受了侏罗系陆相碎屑沉积。

侏罗纪初期为山麓堆积,以后由于周围块断山系逐渐侵蚀夷平,渐变为河湖相沉积,气候也变得潮湿,植物繁茂。在这种环境下沉积了富含有机质的中下侏罗统青土井群,是盆地的主要生油层。

中侏罗世末,燕山运动第一幕波及本区,产生了以升降为主的构造运动。老的断裂重新活动,盆地迅速沉降,范围进一步扩大,在湖盆边缘迅速堆积了山麓相就地取材的砂砾岩沉积,向湖盆中心过渡为巨厚的湖相巧克力色泥岩,间夹石膏层,说明气候由早中侏罗世的温暖潮湿到晚侏罗世变成炎热干燥,后期盆地南部运动加剧,在巧克力色泥岩之上沉积了厚层砂砾岩互层沉积。

侏罗纪末,燕山运动第二幕除沿袭老的断裂活动外,又产生了新的断裂,使侏罗纪地层的断裂构造更加复杂化。

2.盆地稳定发育阶段

自白垩纪开始，潮水盆地转入相对稳定沉降阶段。窖水隆起开始大幅度下沉。最初是山麓堆积，后期转变为广盆性质的河流、滨浅湖相沉积，沉降中心移至庙沟附近，沉积了厚达1300米的红色砂砾岩互层，表明当时气候仍属于炎热干燥气候。

白垩系与第三系之间普遍存在假整合或局部不整合，反映白垩纪末在燕山运动第三幕的影响下经历了一度侵蚀。

第三纪时期，北大山缓慢上升，南部龙首山活动加剧，窖水隆起普遍上升为剥蚀地区，湖盆范围远比白垩纪时期缩小。湖盆中心移至盆地中部及东南部，在炎热干燥气候条件下沉积了一套厚 100 ～ 700 米的棕黄、棕红色河湖相碎屑岩。

3.地壳抬升褶皱阶段

第三纪末，喜山运动波及到本区，龙首山所受影响较大。根据地面和大地构造推断，构造活动以压扭性的块断及褶皱上升运动为主，前者继承老的东西向基底断裂反方向活动由正变逆，并产生大量新断裂；后者产生新的表皮褶皱，形成了窖水隆起带三级构造，并使湖盆逐渐消亡。所产生的新断裂以东西向为主，北东向为辅，且东西向断裂多为压扭性逆断裂，北东向断裂多为拉张性正断裂或平移断裂。这次构造运动形成第四系与第三系之间广泛的交角不整合。

第四纪盆地范围大大缩小，沉降、沉积中心偏移至东部。在炎热干燥气候条件下沉积了一套河流、洪积相和风成砂丘。

(四)构造对油气聚集的控制

前人对此问题的研究工作进行得不多，仅在 1960 年 131 队做过一些工作，该队对各级构造单元对油气聚集的控制作用做了比较详细的讨论。我们认为他们的观点比较正确。现以他们的观点为主作一讨论。

1.一级构造对油气的控制作用

从潮水盆地的构造发育情况看，可以得出以下规律：

(1)一级构造严格控制着生油岩的分布。负向一级构造生油层比较发育，生油条件优越，因而往往是油源区。这在侏罗纪以来长期拗陷的地带，表现得特别明显。窖南拗陷开始形成于侏罗纪，而在白垩纪、第三纪时持续下降，侏罗系生油条件十分有利。根据沉积相研究，庙北拗陷中下侏罗统也应有比较好的生油条件。反之，正向一级构造由于长期以来相对隆起，缺乏生油层的分布。如窖水隆起缺失中下侏罗统青土井群。

(2)比较宽阔的负向一级构造不仅是生油的有利地区，而且往往是形成油气田的有利地区。这是因为在比较宽阔的一级构造中可能存在许多三级构造，并组成二级构造。它们正处于油源区中，对油气聚集十分有利，如窖南拗陷。

(3)负向一级构造的边缘部分是较有利的储油地带。因为生油岩系到这里可能出现较多的砂层，储油层的物理性质也可能变好。这儿构造位置往往较高，并且还可以形成一些鼻状构造、断层遮挡等圈闭条件。

(4)正向一级构造虽然缺乏生油条件，但却是最有利于形成二级和三级构造的地段。只要有良好的储集层和盖层，邻区有较好的生油条件，并且有油气运移的通道，就可以形成很好的油田。因此，只要有适宜的条件，正向一级构造尚有一定的远景。

2.二级构造对油气田形成和分布的控制作用

潮水盆地的二级构造主要以凹陷、凸起形式出现。它对油气田形成和分布的控制作用主要表现在下列两个方面。

(1)它是形成局部构造及各种圈闭条件的良好基础。例如在凸起上,多发育成串的三级构造,形成一系列背斜圈闭。在凸起上所发生的断层,不论是平行或垂直轴向或与轴向斜交,也不论在断层的上盘或下盘,都有造成断层遮挡圈闭的可能。事实上,在二级构造的形成过程中,常常伴随着各种类型断层的发生。如果构造在储集层沉积过程中已在开始形成,则常常可以看到构造翼部砂层向上倾尖灭的现象,造成岩性圈闭,如黄毛石墩凸起。相对而言,在凹陷内形成隐蔽圈闭的机会较多,如岩相的变化、地层的超覆不整合分别可形成岩性圈闭和地层超覆不整合圈闭,向凸起的过渡带断裂比较发育,可形成断层遮挡圈闭,在潮水盆地这种自生自储为主的成油条件下,上述圈闭都可能是有利的,可形成相应的油气藏,青土井油藏便是例证。

(2)二级构造控制着比较大的聚油面积,在油气运移过程中对油气的聚集较之三级构造有更大的作用,进入正向二级构造的油气不易越出它的范围。后期构造变动对二级构造影响较小,只能引起油气在二级构造内的重新分配。

3.三级构造对油气聚集的控制作用

目前在潮水盆地发现的三级构造均系背斜构造,除青土井构造存在小油藏外,其它构造皆是空的。因此,我们从青土井构造浅油藏的形成条件出发,对盆地背斜构造对油气聚集的控制作用作一简单讨论。

背斜构造对油气聚集的控制作用主要表现在四个方面:

(1)构造位置:构造位置是能否形成油藏的决定条件。位于油源区或近油源区的构造易于储油,而远离油源区的构造很难形成油气藏。窖水隆起上各构造钻探失利,青土井构造发现小油藏证明了这一点。

(2)圈闭条件:圈闭条件决定油气能否聚集。圈闭的大小,翼部的陡缓控制油气藏的范围和规模。断层切割会使圈闭条件降低,不利于形成大的油气藏。青土井构造被断层复杂化,圈闭条件较差,是未能形成大油藏的原因之一。

(3)断裂作用:断裂一方面可以起封闭作用,形成遮挡油藏,另一方面又可以造成油气运移通道。而在造成油气运移通道的时候,一方面使某些油气藏形成,另一方面对某些油气藏起破坏作用,使油气重新分配或遭散失。青土井油藏的形成就是与断层遮挡有关,而地面油苗的显示与断层破坏有关。

(4)形成时期:构造形成早于油气大规模运移时期,并在以后地史中继承发育者有利于储油。如青土井背斜之所以能形成油藏是因为青土井背斜圈闭形成于第三纪油气运移之前。

五、石油地质基本条件

形成油气藏的基本石油地质条件主要包括生油、储集层、盖层、运移和圈闭等五项条件。自盆地的石油地质勘探工作开展以来,地质勘探工作者在这些方面不同程度地做了很多工作。50 年代,对石油地质条件的研究主要集中在储集层方面,其它方面的工作进行得不多。比较全面、系统的研究工作始于104 队(1959 年),该队对生、储、盖条件进行了定性分析。1960 ~ 1961 年131 队、132 队对生、储、盖条件的研究从定性研究过渡为半定量研究,同时对油气运移、聚集规律进行了理论上的探讨,还对可能的油藏类型进行了预测。

1984 年,玉门石油管理局研究院勘探室利用前人的和新补充的资料,对盆地的石油地质条件做了综合研究,提出了一些新看法。我们主要根据这一研究成果将盆地的石油地质条件作一全面、系统的介绍。

(一)生、储、盖条件评价

1.生油条件

由岩矿特征及试验室分析化验表明，盆地内中下侏罗统青土井群是主要的生油岩系。青土井群的岩矿特征，在地层一节中已做了详细介绍。下面主要叙述该地层的生油岩地球化学指标、生油区的圈定及生油潜力的大小。

(1)生油岩评价

1960年曾做过有机碳及N、$S^{=}$、pH等地球化学指标分析(表5-5-6、表5-5-7)，1983年又在青土井剖面采集了12块生油岩样品，进行地球化学指标分析，各种指标见表5-5-8。

从青土井群生油岩地球化学指标看出，盆地内生油岩的有机质丰度和转化指标属于较差生油岩类标准。

表5-5-6 青土井、西长山青土井群生油岩有机碳分析数据表(1960年)

地区 / 指标 / 层位	青土井		西长山	
	样品块数	有机碳(%)	样品块数	有机碳(%)
$J_{1+2}qn$下	5	0.58	1	0.22
$J_{1+2}qn$中	6	0.314	5	1.36
$J_{1+2}qn$上	5	0.424	3	0.07

表5-5-7 潮水盆地各地青土井群生油岩地球化学指标表(1960年)

地区 / 指标 / 项目	青土井	窑南5井	二道沟	草大板	青格駱	四个井	雅马头	宝家井	西长山	黑疙瘩	梧桐沟	老山头
标本块数	23	7	2	3	5	1	3	1	12	5	1	4
有机碳(%)	0.41	1.36	0.37	0.35	0.144	0.22	0.24	0.42	0.091	0.074	0.025	0.067
N(%)	0.086	0.29	0.05	0.047	0.07	0.1	2.67		0.08		0.07	0.05
$S^{=}$(%)	0.073	0.081		0.06	0.061		0.18	2.22	0.24		0.005	0.05
pH	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5

表5-5-8 青土井剖面青土井群生油岩地球化学指标表(1983年)

丰度转化指标					母质类型指标									生油岩质量	母质类型
$C_{有}$(%)	"A"(%)	总烃(%)	A/C(%)	烃/C(%)	饱和烃(%)	芳香烃(%)	非烃+沥青质(%)	饱/芳	I_H	I_o	S_2/S_3	S_1+S_2	S_2		
0.51/12 ①	0.0143/7	0.031/1	2.7/7	6.06/1	32.56/1	36.54/1	20.3/1	0.89/1	53.6/12	233.4/12	0.28/12	0.53/12	0.47/12	差生油岩	腐殖型(Ⅲ)

① 地球化学指标/样品块数。

以生油岩母质类型指标、图 5－5－19 与图 5－5－20 中反映出生油岩母质类型属于腐殖型（Ⅲ 型）。

因缺乏 OEP 值、镜质体反射率等其它资料，因而不好准确地判断有机质成熟度。根据热解资料分析，潮水盆地生油岩已达到成熟。青土井浅油藏的形成证明了这一点。

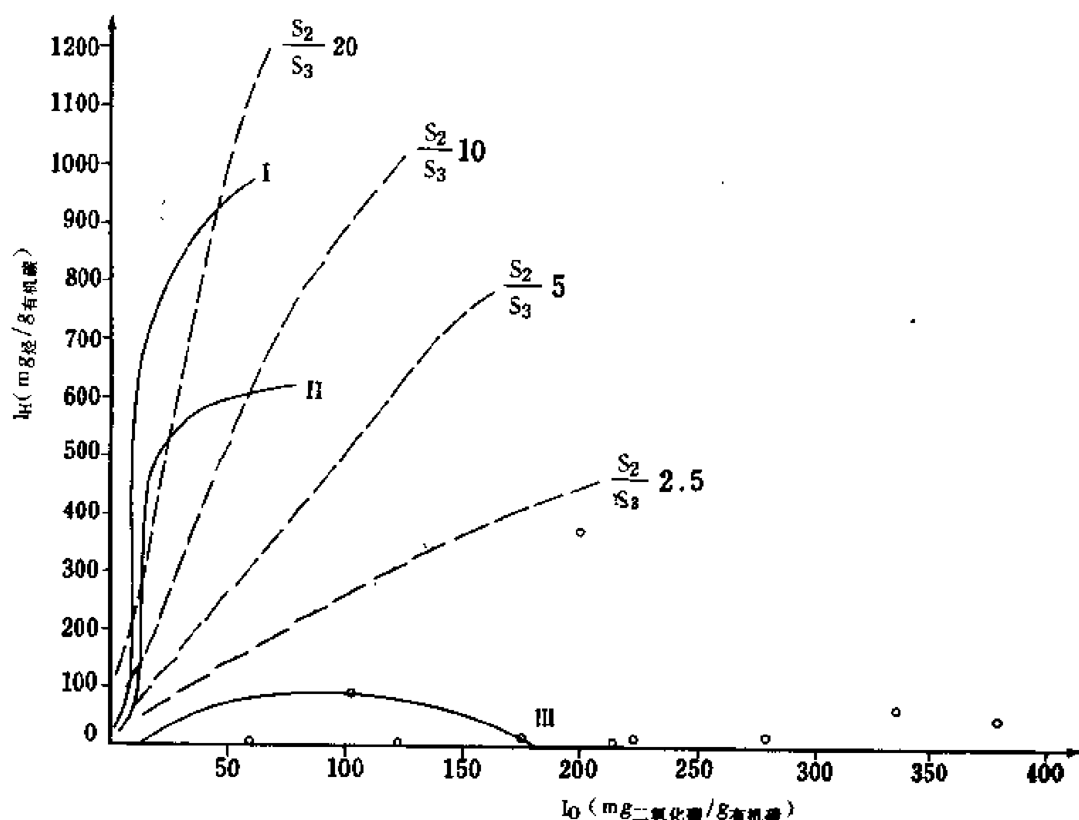


图 5－5－19 潮水盆地J_{1+2}qn生油岩 $\frac{S_2}{S_3}$ 、I_H 和 I_o 关系图

（2）生油区的圈定

钻井证实，侏罗系青土井群生油岩系在窖南凹陷厚1043米以上，在北部单斜带厚750米左右。根据地面地质、地震、电法资料推测，窖南凹陷带东部两个凹陷及北部七窝铺凹陷至少有厚 750 米左右的生油岩系分布。锁锁井凹陷因资料缺乏无法推测(图5－5－21)。

生油岩系分布虽然广泛，但不一定全是有效生油岩。根据生油理论，埋深在生油门限深度以下的生油岩才是有效生油岩。潮水盆地因缺乏资料而无法确定生油门限值。值与相邻且构造性质基本相似的花海盆地类比，生油门限深度应在 1700 米左右。由基底埋深及青土井群上覆沉积盖层厚度推算，盆地内埋深在 1700 米以下的生油岩系分布在窖南凹陷带和庙北凹陷的主体部位。根据资斜可信程度划分为窖南生油区、推测头井子生油区与推测庙北生油区（参见图 5－5－21）。

（3）资源量估算

这项工作仅在 1984 年玉门石油管理局研究院勘探室做过，采用了多种方法进行计算，

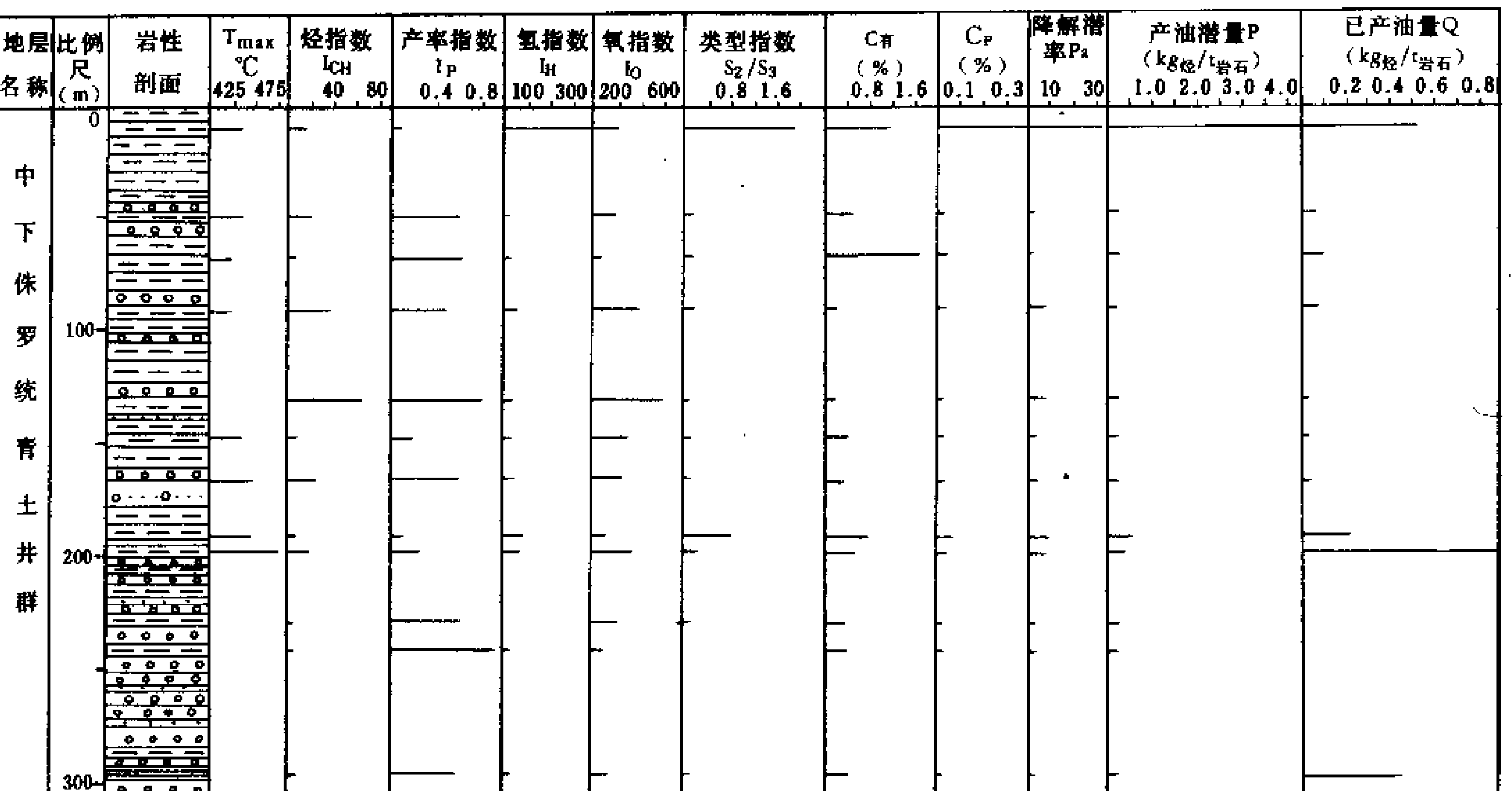


图 5－5－20 潮水盆地$J_{1+2}qn$生油岩热解综合评价图

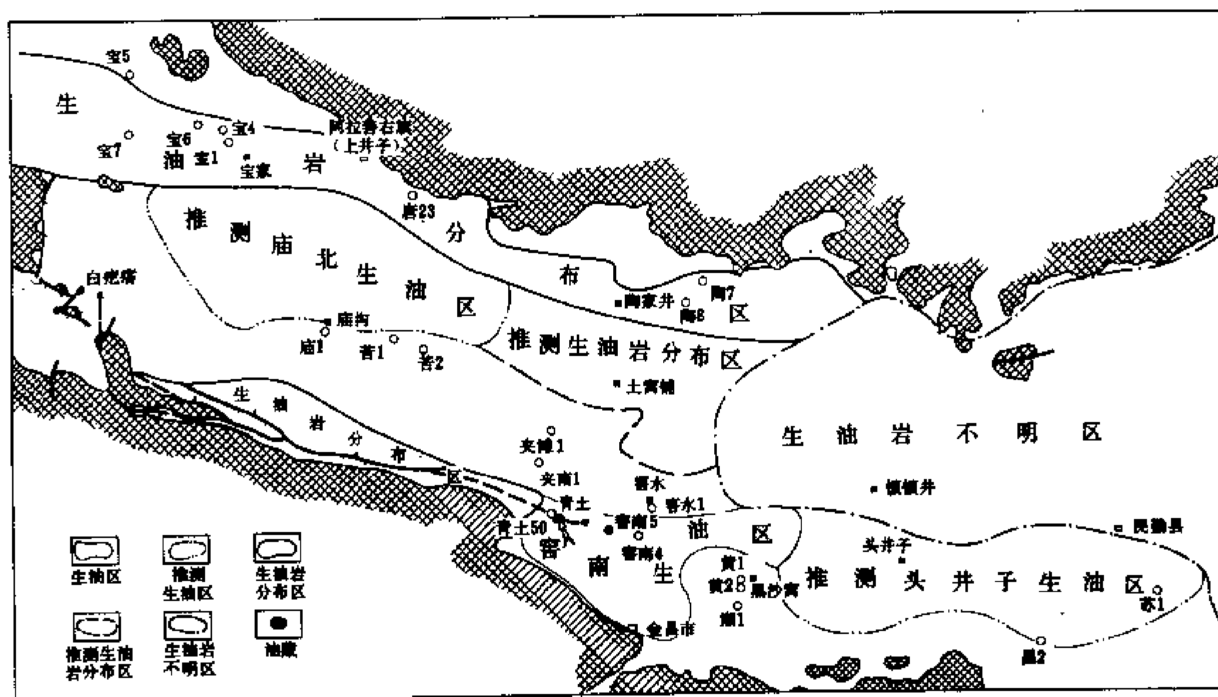


图 5-5-21 潮水盆地生油岩分布图

现仅就氯仿沥青"A"法的结果说明于下。

计算公式:

$$Q_{残} = H \cdot S \cdot D \cdot A$$

$$Q_{总} = \frac{1}{1-a} \cdot Q_{残}$$

$$Q_{运} = Q_{总} - Q_{残}$$

$$Q_{聚} = K(Q_{总} - Q_{残})$$

式中 H —— 生油岩厚度;S —— 生油岩面积;D —— 泥岩比重;A —— 氯仿沥青"A"含量;a —— 排出系数;K —— 聚集系数。

将有关参数代入计算公式,得出盆地的总生油量为 2.97 亿吨,石油运移量 0.74 亿吨,相应的石油资源量为 0.11 亿吨。

由此看出,潮水盆地的生油量很小。分析其原因,可能有两点:① 参数选择中,H 值是根据地面露头资料推算的,向凹陷中心可能更厚;② "A"之数值来自地面样品,其值偏低。向凹陷中心,生油岩可能变好。因此,在今后的工作中,应取全取准资料,做出比较切合实际的估算。

2.储集层条件

储集层的岩矿、物性分析资料只有在 1960 ~ 1961 年搞过。样品采集位置在平面上主要集中在青土井一带,上井子一带采样较少;在剖面上,只集中在青土井群,其它地层几乎没有采样。因此,潮水盆地地层中只有青土井群有比较多的物性分析资料。131 队、132 队(1960 ~ 1961)也只对青土井群储集层进行了较为详细的研究。1984 年玉门石油管理局研究院勘探室在此基础上做了总结。

根据现有岩矿分析资料，青土井群储集层可分为下列几个区带。

(1)差储集层区

阿拉善右旗一带、盆地西南缘系当时沉积的边缘，水流速度大，距物源近，颗粒大小不均，分选不好，物性很差，孔隙度8%以下，渗透率在9.87×10^{-3}平方微米以下。

(2)较好储集层区

阿拉善右旗至宝家井及青土井西一带，沉积物较细，剖面中下部砂岩厚2～10米，上部砂岩厚2～7米，一般粒径中值为0.07～0.5毫米，胶结物含量12～33%，孔隙度8～14%¥，渗透率9.87×10^{-3}～2.47×10^{-2}平方微米，在剖面中部有较好的储集层。

(3)好储集层区

窖南、青土井区属之。物性资料表明，在纵向上青土井群储集层物性变化较大。

青土井群下部：块状砂砾岩，粗细混杂，横向变化大，一般胶结致密。胶结物以硅质、云母粘土为主，胶结类型属孔隙式或接触式，个别为基底式。孔隙度平均10%；渗透率为7.5×10^{-4}～3.47×10^{-2}平方微米，平均1.15×10^{-2}平方微米，很难形成良好的层状储油砂岩。

青土井群中部：共有中厚层砂岩8～14层，总厚13.04～28.7米。窖南5井共55层，总厚58.3米左右。砂岩分选好，半圆至半棱角状，胶结一般疏松，近上部较为致密。胶结物15%左右，以方解石为主，胶结类型属孔隙式接触。青土井油藏聚集在本组底部。孔隙度一般在10%左右，最高达36.5%；渗透率4.94×10^{-4}～2.07×10^{-1}平方微米，个别样品高达8.28×10^{-1}平方微米。大部分渗透性较好的砂岩集中在本组中部。底部四个砂层常粗细混杂，成透镜状交替尖灭，在窖南地区岩性稳定，物性良好，具有一定的储集条件。

青土井上部：为泥岩层，不具备储油条件。

本区以层状孔隙性储集层为主，自青土井向东砂层增厚，物性变好，尤其剖面下段高孔隙度的砂层储集性能更佳，一般孔隙度大于10%，渗透率大于2.47×10^{-2}平方微米。

白垩系与第三系缺乏储集层物性分析资料，无法定量分析。仅从岩性资料可以看出白垩系与第三系存在良好的砂层，尤以第三系桔红色砂层最好，且分布较稳定，是值得注意的。详细深入的评价还有待于今后补充工作。

3.盖层条件

早中侏罗世，由于地壳发展的振荡运动，因而青土井群呈现多旋回性岩性特点，形成砂泥岩互层，每个韵律顶部的泥岩层，既具有生油条件，也是下伏储油砂层的良好盖层。生、储、盖层有节奏地重复出现、可形成若干小的岩性油藏。

晚侏罗世盆地稳定下沉，在青土井群之上堆积了将近500米厚的巧充力色泥岩，质地坚硬，在窖南拗陷是良好的盖层。

(二)生、储、盖组合分析

潮水盆地生油层、储集层和盖层无论在时间上还是在空间上都有较好的组合。我们根据生油层、储集层和盖层的时代关系及组合方式，认为潮水盆地的生、储、盖组合形式属自生、自储、自盖式成油组合及侧变式成油组合。生、储、盖层都属同时代的产物。所不同的是，前者是青土井群生、储、盖层有节奏地重复出现形成多套的成油组合，后者是青土井群生油岩与储集层同属一层，由于岩相变化大，二者以岩性在侧向上的变化方式相接触形成成油组合。实际上在青土井群内，上述两种成油组合往往不是孤立存在的，而是以复合形式出现，如青土井浅油藏即属此类。

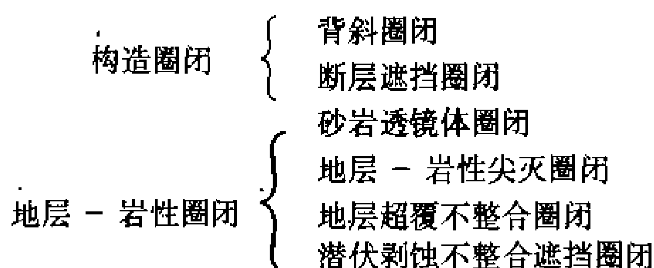
另外，有可能存在的生、储、盖组合形式为新生古储式成油组合。在坳陷与隆起的接触带，生油岩常以逆断层与隆起基底变质岩直接接触，若变质岩构造裂隙发育，就有可能形成新生古储式成油组合。

综上所述，潮水盆地青土井群成油组合形式以自生、自储、自盖式成油组合及侧变式成油组合及其它们的复合形式为主，也可能存在新生古储式成油组合。这些成油组合多分布于坳陷与隆起的接触带上。

(三)圈闭类型预测

前人对圈闭类型的研究比较少，仅在1959 ~ 1961年的综合研究报告中曾有涉及，主要为构造圈闭，其次为地层、岩性圈闭，未进行细分。1984年玉门石油管理局研究院勘探室虽然有新的认识，但也没有进行详细讨论。现根据前人的研究成果做一总结。

根据现有资料推断，潮水盆地的圈闭类型可能有下列几种：



1. 构造圈闭

(1)背斜圈闭

主要分布于窨水隆起。隆起上各三级构造与窨南坳陷黄毛石墩构造所形成的圈闭皆属背斜圈闭。这些三级构造除青土井背斜属侏罗系构造外均属白垩系、第三系构造。在上述背斜圈闭中，仅青土井背斜圈闭形成了与断层有关的背斜油藏，其它背斜圈闭均未见有油气藏，可能是因为缺乏油气运移通道，青土井群生成的油气未能进入这些圈闭所致。坳陷中可能还存在背斜圈闭，有待于今后查明。

(2)断层遮挡圈闭

这类圈闭主要分布在坳陷与隆起分界断层带上。窨南坳陷内断层也很发育，尤其在侏罗纪地层中。这些地区都处于青土井群的有利生油岩相带上。一般来说，大断层前期为正断层，控制凹陷内侏罗、白垩系沉积。第三纪时期，喜山运动使正变逆，并产生了一系列新断层，在靠凹陷一侧可形成断层遮挡圈闭。由于在第三纪时期油气开始初次运移，且油气运移只发生在青土井群内，因此，在青土井群内的断层遮挡圈闭易形成油气藏。第三纪末，喜山运动可能改造了原生油气藏，促使油气重新分配，在青土井群内部形成次生油藏。如青土井油藏系次生油气藏，它的形成不仅与背斜构造有关，而且与断层遮挡有关。但不排除油气重新分配、在上藏白垩、第三系断层遮挡圈闭中形成油气藏的可能性，也不排除油气的长距离运移作用在距油源区较远的地区形成断层遮挡油气藏的可能性。

位于隆起上紧邻生油区的基岩带。如断裂构造发育，多形成构造裂隙。这些构造裂隙发育的地区易形成潜山油藏。

2. 地层 － 岩性圈闭

(1)砂岩透镜体圈闭

主要分布于南北两坳陷的青土井群内部向隆起或凸起的过渡地带。这些地带是河流—滨浅湖相带，储集砂层发育，且生、储、盖组合条件好，在剖面上呈透镜状重复叠置，在平

面上形成一系列自生自储式的透镜状岩性圈闭油藏。因岩相变化剧烈，故岩性油藏的规模不会很大。如窖南 5 井青土井群油气的断续显示可以说明。

(2)岩性尖灭圈闭

主要分布于南北拗陷内向隆起或凸起的过渡地带。由于青土井群向隆起或凸起上减薄，砂层也逐渐减薄尖灭，形成岩性尖灭圈闭。这种圈闭具备优越的捕集油气的条件，因而很容易形成岩性尖灭油气藏。

(3)地层超覆不整合圈闭

此类圈闭位于拗陷边缘青土井群与基底不整合面上。青土井群是一套砂泥岩不等厚互层沉积，砂岩被其上泥岩所遮挡，前缘又被不整合面下的不渗透层所封闭，因而形成圈闭。青土井群又是生油岩系，因此这种圈闭易被油气充填，形成油气藏。

(4)潜伏剥蚀不整合遮挡圈闭

该种圈闭分布于拗陷或凹陷边缘青土井群与砂枣河群不整合部位，青土井群砂层上倾部位遭到剥蚀，被砂枣河群巧克力色泥岩不整合遮挡形成圈闭，青土井群上部生油岩生成的油气经侧向运移可直接进入此种圈闭内形成油气藏。

(四)油气运移探讨

前人对油气运移的研究比较少，1959 ～ 1961 年104 队、131 队和132 队做过一些定性研究，其中对油气运移时期的看法欠妥，如认为印支运动时期为生油的主要时期，实际上该时期是生油岩大量沉积时期。1984 年玉门石油管理局研究院勘探室以晚期成油理论观点对油气运移进行了初步分析。

目前现有资料表明，潮水盆地内有过油气生成、运移和聚集的过程。青土井浅油藏的形成、窖南 5 井青土井群内见到油气显示也证明了这点。但是盆地内油气运移的动力、所处的状态、运移的主要时期、运移方向、通道和距离等问题，根据现有资料还无法进行深入研究。但是，可以根据盆地的沉积发育史和地质背景的分析来讨论这个问题。

从区域构造布局和沉积发育史来看，盆地南北是两个侏罗纪形成的生油拗陷，而中央带长期处于相对隆起。窖水隆起这种长期相对隆起状态，决定了油气沿此方向进行运移(见图 5－5－21)。那么，油气是什么时期、又是如何向该区运移的呢？

由沉积构造发育史可知，在白垩纪沉积后，两拗陷青土井群上覆沉积盖层最厚只达1695米(窖南4井)。潮水盆地的生油岩门限值应在1700米左右。由此可知，潮水盆地青土井群生油岩的大量生油期应在第三纪。此时，青土井群生油岩有机质随上覆沉积盖层的不断加厚，所承受的压力也不断增加，温度升高，促使有机质迅速成熟，不断向油气转化，并促使生成的油气不断向紧邻的砂层运移聚集，形成自生自储式油藏。这个时期发生在青土井群生油岩系内部的油气运移便是初次运移。从生油评价可知，凹陷的生油量很小。因而，贫乏的油源条件限制了油气初次运移的距离和规模。加之，生油层上覆厚层巧克力色泥岩遮挡，油气的初次运移只能在生油岩内部作短距离垂向或侧向运移。

第三纪末，喜山运动强烈，第三系及其以下地层发生不同程度的断裂褶皱，窖水隆起及窖南拗陷受其影响比较强烈。这次构造运动以压扭性为主，使前期形成的正断层转化为逆断层。构造运动破坏了原生油藏，油气重新分配，向相对隆起部位进行二次运移。由于逆断层的封闭性、油源不充足，油气的运移仍是在青土井群内部砂层中进行，未能进入隆起上覆各地层、构造圈闭中。青土井浅油藏原油比重轻(0.813 克／立方厘米)、轻质油以及窖南 5 井的油气显示说明油气进行过二次运移；窖水隆起上白垩系、第三系组成的构造及黄毛石墩构造钻探失利

说明油源不足，同时也说明因断层或其它条件的封闭作用而造成的油气以短距离运移为主这样一种观点，但油气长距离运移的可能性还不能排除。

六、油气藏

现根据1959～1961年131队对青土井浅油藏的研究成果，将其油藏特征及其油藏形成的地质条件综述如下。

(一)青土井油藏特征

1.油藏圈闭条件

(1)构造条件控制着油藏的分布和范围

青土井构造是由侏罗系、白垩系、第三系组成的背斜构造，走向近东西，北翼缓(30°～60°)，南翼陡(40°～70°)，局部直立倒转。轴部被向北倾斜的高角度逆断层切割，垂直褶皱的平移断层异常发育，断层走向有北东、北西西向两组。以第三系底面为标准层，构造面积8平方公里。逆断层上盘有东西两个高点。东部高点储油层已裸露地表，无油气显示。西侧高点圈闭良好，经土4井钻探亦不含油(图5－5－22)。

青土井油藏位于东、西两构造高点之间较低部位，三面被断层所限，形成三个油水产量不同的区域（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ区)(图5－5－23)。开发表明、产油区为Ⅱ区、是青土井油藏之主体，其大小长约130米，宽约48米、走向北西西，面积约0.0045平方公里。Ⅰ区是产水区，Ⅲ区基本是干区。

由此说明，油藏的形成、规模都严格地受构造条件的控制，其中背斜起主要控制作用，断层遮挡起次要控制作用。

(2)岩性变化造成岩性封闭

油藏的储油层段共有两层，位于中下侏罗统青土井群中部，埋藏深30～70米，向北至土3井下倾较深，达267.5～270.5米及282.5～289.5米。岩性较粗，为黄灰色、青灰色厚层砂

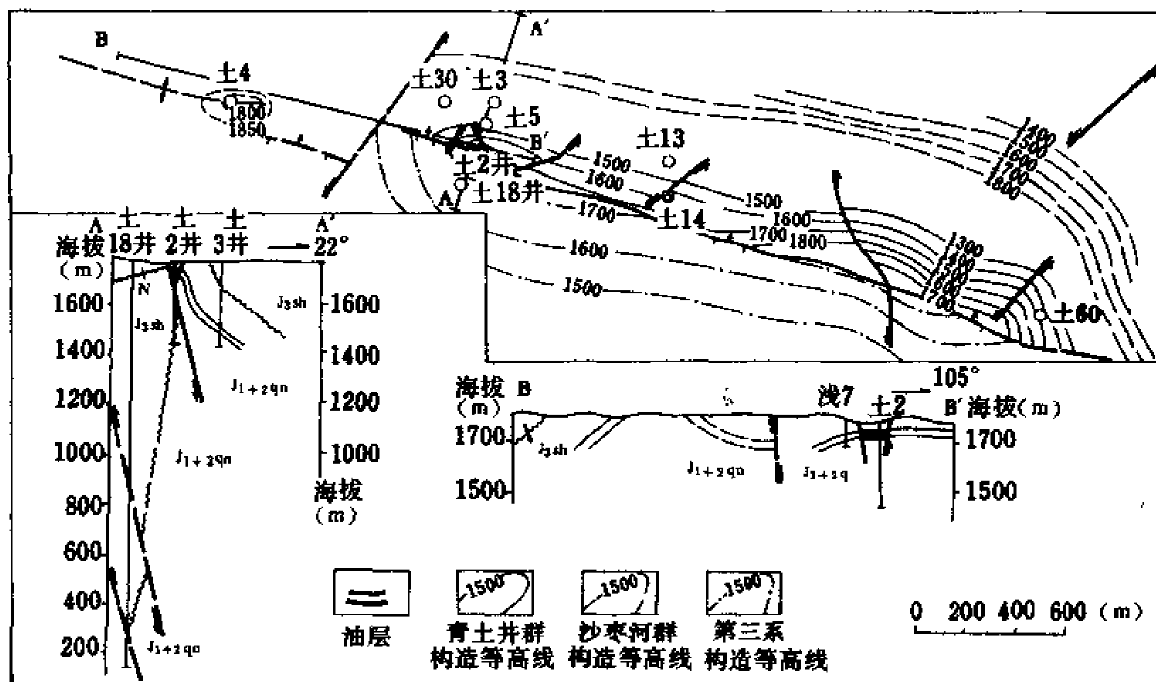


图5－5－22 青土井构造图

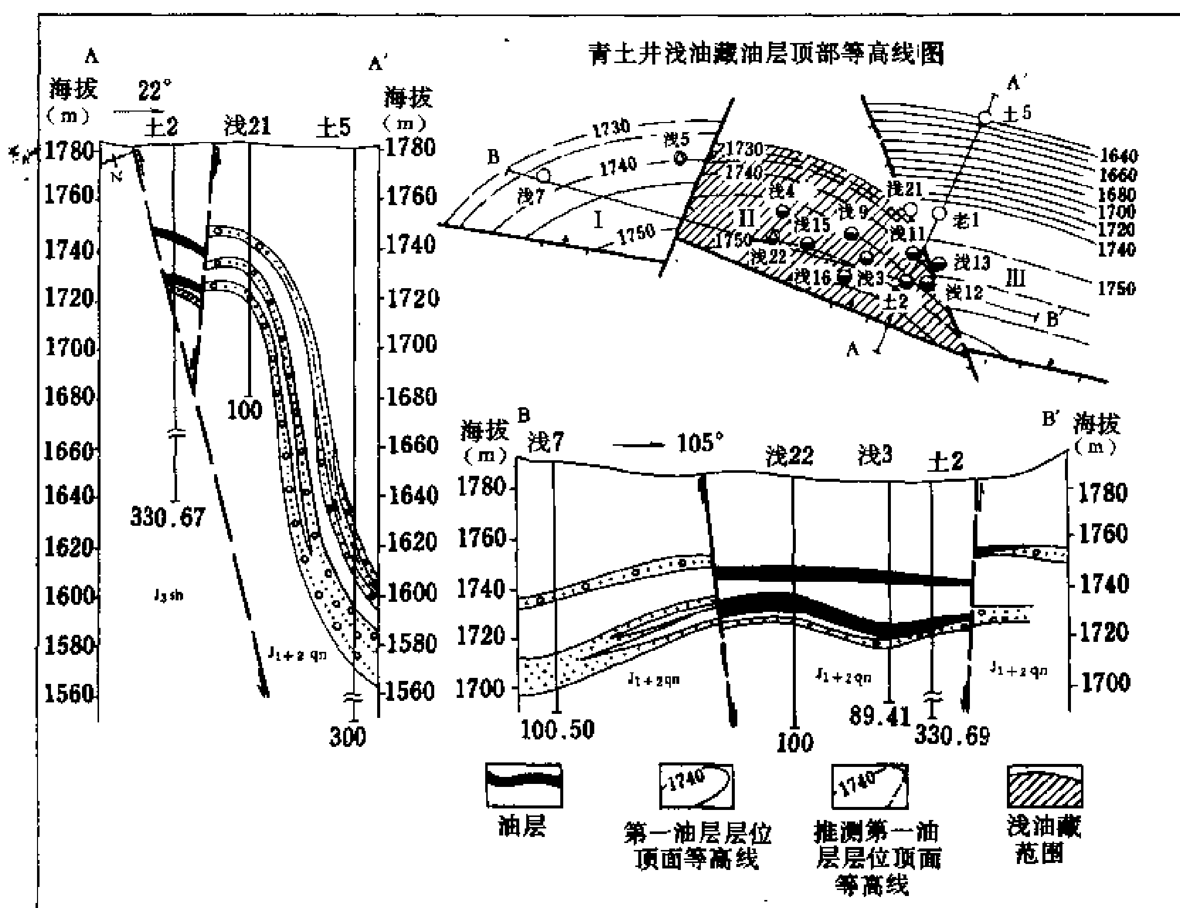


图 5－5－23　青土井构造浅油藏综合图

岩、砾状砂岩。砂层视厚度0.1 ～ 10 米，常被灰绿色泥页岩所分割。岩性呈西南粗、东北细，油层西北厚而层少、东南薄而层多。土2 井一带恰位于东南部油层单层变薄而砂层增多的地区。油藏外围地面及钻井资料都显示青土井群局部岩性变化大。粗细岩性在平面及剖面上变化迅速，总的亦为西薄而粗，向东逐渐加厚变细。从油藏产油量看，土2 井产油量最高，向周围产油量减低或以产水为主，说明产量变化与岩性封闭有一定关系。

综上所述，青土井油藏的圈闭条件以构造条件为主，其中背斜起主要控制作用，断层起次要控制作用，岩性封闭为副，岩相的变化限制了油藏的厚度与大小。可以看出，该油藏应属与断层遮挡有关的背斜油藏。

2. 油层特点

(1) 岩性为黄灰色、青灰色砾状砂岩，成分以石英为主，长石次之，分选好，颗粒半圆至半棱角状。胶结疏松，胶钻物含量 10 ～ 20%，以方解石为主，少量粘土质或含棱泥土，前看为孔藏式胶钻，后者为棱触式与基底式接触。重矿物中稳定矿物如锆石、石榴石含量高，可达10 ～ 15%，不稳定矿物含量低，一般在 5% 左右。属粒远物源沉积。

(2) 自然电位曲线形态为齿状，中等负异常（24 ～ 37 毫伏），反映河道块状砂体沉积；视电阻率曲线显示高值，一般大于 30 欧姆米（图 5－5－24）。

(3) 储集层物性中等一较好，孔隙度在 4 ～ 36.5% 之间，平均 10%，渗透率在 9.87×10^{-5} ～ 8.25×10^{-1} 平方微米之间，一般9.87×10^{-4} ～ 4.94×10^{-3} 平方微米。

3.开发特点

(1)各井产油量不大,也不稳定,递减迅速,而产水量一般递减较慢,甚至不下降,说明与地表水有连通。从平面上观察分析,仅土2井区(Ⅱ区)是产油区,西部浅5井区(Ⅰ区)产水较多,而东端13井区(Ⅲ区)为干区。

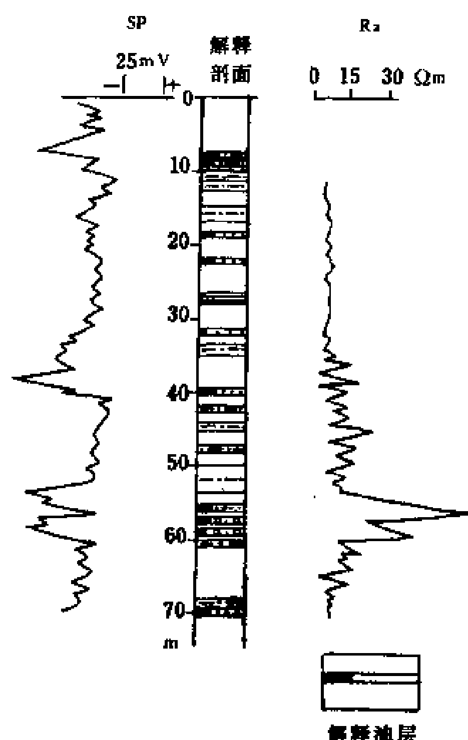


图5-5-24 土2井油层电测图

油藏外围各井除土14井曾产油0.0006~0.0043立方米/日(1960年)外,其余各井产水。产水量以土14井较高,一般每日14.4立方米,畅流量每日34.25立方米,初产水量每日13立方米(1960年)。

(2)产油区(Ⅱ区)地层压力极低,如土2井静止压力为2.353~2.775标准大气压.产水区(Ⅰ区)地层压力比产油区稍高,如土5井储集层压力为17.12标准大气压.

(3)各井水分析结果,按苏林成因分类(1960年)Ⅱ区地层水为油田水,如土2井井深62~54米处,水矿化度10114毫克/升,属$CaCl_2$型。而Ⅱ区之外地区之地层水属地表水。如土14井、土5井的水矿化度1290~9140毫克/升,属$NaHCO_3$、Na_2SO_4型.

(4)原油具"三低"特性,即低 比重、低粘度、低凝固点。如土2井原油分析结果(1954年):比重0.8226(D_4^{20}),粘度0.0082帕秒(20℃),凝固点-2℃,含蜡、硫、沥青量也很低,分别为11.6%、0.03%、8.3%。

(二)油藏形成的地质条件

1.背斜控制、断层遮挡、岩性封闭构成较好的圈闭条件(详细讨论见油藏圈闭条件).

2.生、储、盖发育,并形成较好的组合条件。由前可知,青土井既具备自生自储式成油组合,又具备侧变式成油组合。两种成油组合在空间上以复合形式出现,形成一种新的比较复杂的成油组合。

3.窖南生油凹陷为青土井圈闭提供了油源条件,窖南5井油气显示与青土井原油分析结果证明了这一点。

4.断层与青土井群砂层构成了油气运移的良好通道。青土井逆断层是一条继承性发育的断层,青土井群砂层也具有一定的渗透性,两者在空间上的相互配合为油气运移提供了途径。

5.圈闭形成与油气运移同期,配置条件较佳。青土井构造在第三纪末喜山运动期最终形成,为同期生成的石油提供了储集场所。这是形成青土井浅油藏必不可少的条件。

七、含油远景评价

前人对盆地含油远景在不同阶段有过不同的评价。1955年,西北石油局104队简单地认为窖水隆起各地面构造有希望。1958年钻探失利后,各研究队改变了认识,从1959年至

1960年一致认为窖南凹陷带和庙北凹陷有较大的含油远景。1961年131队因勘探遭受挫折，对盆地作了比较悲观的评价，认为只有窖南凹陷带有含油远景，而其它地区均无含油希望。1984年玉门石油管理局研究院勘探室认为窖南凹陷含油远景较大，头井子凹陷和苏1—昌2井凹陷含油远景中等，庙北凹陷含油远景可能较小，窖水隆起紧邻生油凹陷的地带是有含油希望的地区。

总的来说，前人对盆地的评价都是分区评价的。但是，这个评价结果只指出了盆地（民勤县以西）内部各二级构造单元含油远景的相对大小，而就整个盆地而言，其含油远景的大小不甚明确。根据目前盆地的勘探程度及取得的资料，我们认为对盆地进行分区评价为时过早。在此，我们只对盆地整体有无含油远景作一评价。

通过前几章的讨论，盆地石油地质有利条件是：①盆地面积大，其中包括民勤县以东部分；②有小油藏，也有地面油苗显示；③有500米左右厚的生油层；④有储油层分布；⑤生油岩之上的巧克力色泥岩厚达300米左右，是很好的盖层；⑥南北拗陷面积大，民勤县以东部分可能存在深拗陷，生油岩存在的范围可能广，侏罗系目的层沉积厚。不利条件是：①岩相变化大；②沉积岩总厚度不大；不利于油气的生成；③生油岩质量差，母质类型以腐殖型为主，远景资源量小。总的来说，潮水盆地（其中包括民勤以东部分）勘探程度低，大部分地区未做地震工作，有待于对全盆地生油凹陷的分布、有利生油区以及石油地质基本条件做进一步的研究和评价。

第六节 武腾盆地

一、概况

武腾盆地为武威—腾格里盆地的简称，包括东径102°～105°30′，北纬37°20′～38°30′之间的广大地区。大地构造位置处于走廊过渡带之中段。盆地西起永昌；东至庆阳山北沙漠，并以永昌隆起（大黄山）与民乐盆地相隔；北至河西堡东西向一线，并以东西向条带状展布的河西堡中间隆起带与潮水盆地毗邻；南抵北祁连山北缘，与高耸入云的祁连山形成鲜明对照；面积约26000平方公里。

本区地势自南面北由高山峻岭逐趋低缓，北部为戈壁沙漠。根据地势可分为高山区、低山丘岭起伏区、平原戈壁沙漠区三部分。

高山区：包括南部莲花山、西北部冬青顶一带，腐于北祁连山北缘，为变质岩所构成之山系。山脉总体走向为北西—南东向，一般海拔3200米，最高达4000米以上。相对高差1000～200米，主峰常年积雪。山势向东南方向至中卫一带倾没。

低山丘岭起伏区：位于本盆地南部的青土坡、横梁山、大佛寺一带，一般海拔2400～2800米。区内沟壑发育，纵横交错，往往形成一些平顶状的孤山；在黄羊川一带石灰岩发育的地方，局部有喀斯特溶洞；在黄土及近代堆积发育的地段亦可见到陡壁、落水洞以及天然桥。

平原戈壁沙漠区：位于本区南部土门子、大靖、土墩以东及其以北地区，地势平缓，高差不大，海拔1500米左右。皆为黄土戈壁覆盖，其北东部为浩瀚的腾格里沙漠。

区内河流较发育，主要有东大河、石羊河、西营河、金塔河、杂木河、黄羊河、古浪河和大靖河，多发源于南部祁连山，河水自西南流向东北，河谷与山脉斜交，水系呈树枝状，上游分支多而曲折，水流湍急但流量小，河谷狭窄且下切作用强烈，向北一般河谷加宽，在流经南部较坚硬地层中均形成石峡（古浪峡、大靖峡等），出峡后，至沙漠地带即潜入地下。区内河流多属间歇河，长年流水的河仅有东大河、石羊河、古浪河和大靖河，由于水源系高山积雪溶化及降

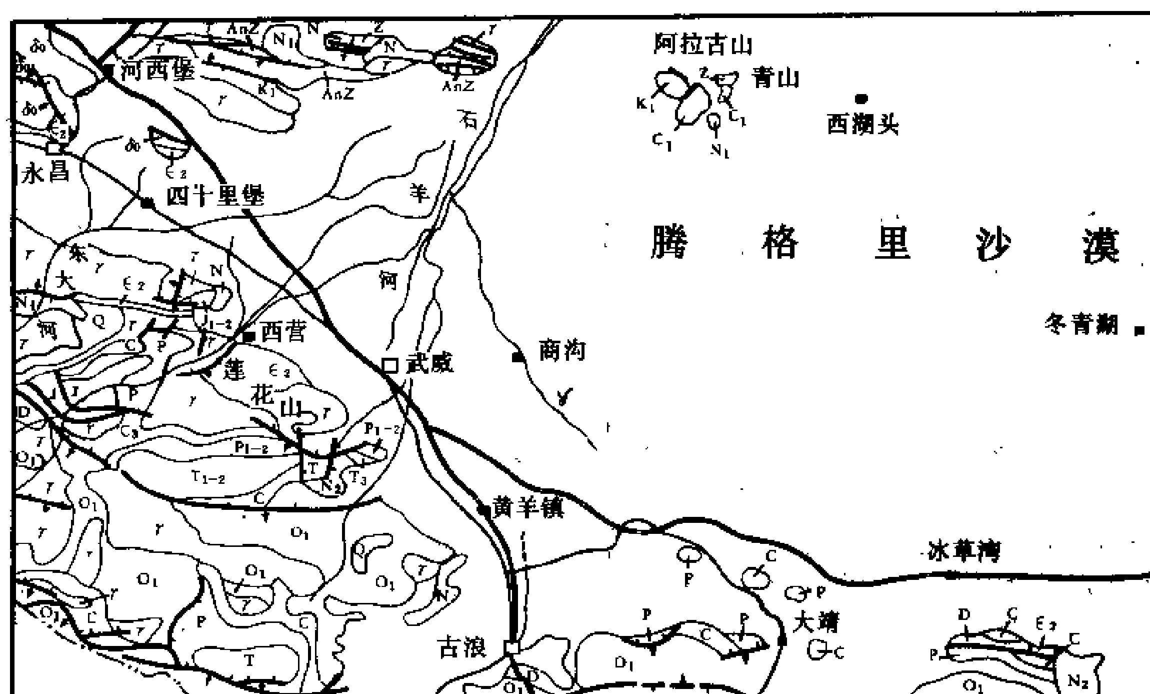


图 5－6－1 武腾盆地地质图

（据 1977 年甘肃省 1:100 万地质图改动）

雨补给，所以流量受季节影响显著。

本区属大陆性气候。年平均温度 7.5 ℃，昼夜温差在 2 ～ 18 ℃之间。11 月至翌年 2 月为降雪期，10 月至次年 3 月为冰冻期，6 ～ 8 月为雨季，4 ～ 5 月为风委。

区内有武威市，和永昌、景泰、古浪、中卫四县，所辖地区人口以汉族为主，在山区尚有藏族、土族、裕固族、蒙古族及回族。区内地广人少，劳力缺乏。农业以本区中部及北部平原区为主要分布区，多黄土覆盖，以种植单季小麦为主。

70 年代后，本区工业有较大发展，尤其是金川镍都和河西堡的飞速建设，极大的促进了本区城乡经济的发展。

区内交通较方便，各县、乡镇已形成公路网。并有包一兰、兰一新、武一干铁路。

二、盆地地质调查史

建国以前，本盆地的地质工作进行得很少，仅在地层划分和构造分带方面做了一些工作。

1923年袁复礼于天祝臭牛沟一带及其以北地区进行了地层研究，确定了下石炭臭牛沟统。

1943 年李树勋等人在古浪一武威一带，对前震旦系、石炭系和三叠系等地层进行了研究。同年路兆洽和陈梦熊等人也在本区做了路线地质普查工作，初步确定了地层的时代并粗略进行了构造分带。

1944 年刘汉枢等人在武威一古浪境内进行了地形测绘工作。

1946 年李工怀曾在中卫一带作过矿产调查，并写有“宁夏地质矿产事业”报告。报告中指出“中卫上河沿、下河沿和孟家湾中一上石炭统中有数层油页岩，其中以下河沿的最好，厚

5～ 60 厘米"。

建国以后，地质工作者在各类矿产的普查、勘探以及构造运动、成矿规律、岩石、地层和古生物等方面进行了较深入的研究，在石油地质方面虽作了 9 个队年的普查工作，然而多数都偏重于地质填图和地层的对比划分，专题研究甚少。

1950 年，由黄汲清等人所组成的鄂尔多斯地台及包兰研究队 对本区大地构造性质作了讨论，并指出"石炭 －二叠纪地层系可能之生油层"。

1953 年，西安地调处301 队在本区首次发现石炭系油苗，并对此进行了较详细的描述。次年西安地调处101、801、103、102 等队，在大靖一带作了20 万分之一石油地质普查，分别编写了四份总结报告。

1957 年，玉门矿务局地调处 101 队在永昌一 武威间作了20 万分之一石油地质普查，并对本区东、西两相邻地带的含油远景进行了探讨。同年该局石油研究所在大靖一 武威一线搜集石炭 －二叠纪地层资料，对该区石炭－ 二叠系生油层及生油岩作了初步分析和研究。

1958 年，玉门矿务局勘探公司105 队在西营儿，南营儿一带作1:50000 的石油地质详查，并细测了红崖沟及赵家庄构造。同年，中国科学院兰州地质研究所武威一 中宁区石油地质研究队通过对中卫、上河沿、下河沿至皋兰黑山一带所进行的石油地质研究，认为"石炭系肯定是生油层，储油层可能为石炭系和二叠系"。并指出"土墩构造有含油的有利条件，值得钻探"。

1960 年，玉门石油管理局东部地质勘探处地质大队(253、153、701、202、133、134 等队)，在民勤至巴音浩特及庆阳山以北、巴音乌拉山以南的广大地区进行了石油地质普查，并靖写了该区"石油地质普查总结报告"，认为"腾格里地区不是一个完整的沉降地带，存在着基底分割现象，其上形成了不同的沉积盆地"。

1961 年，玉门石油管理局酒泉地质大队(731、231、132、133、732、331 等队)在本区及邻区开展了大规模的石油地质普查工作，对大地构造性质、基底起伏和地层分布作了全面研究，从而进一步肯定了本区有利的生油层段和有利的储油层段，并对全盆地和局部构造作了评价。

1961 年后，本盆地石油地质勘探工作停滞 20 余年。

1983 年玉门石油管理局霍永录等重新研究盆地资料，并实地考察，提出该区石炭系有较好的找油找气远景，应重新勘探。

三、地层

(一)地层分布及特征

盆地内地层，自上古生界石炭系至新生界第三系均有不同程度出露，总厚达 4500 多米。这些地层一般均分布在盆地南缘祁连山北麓一带。盆地北缘、西缘为前寒武系变质岩、加里东期花岗岩、辉绿岩等，局部地区有白垩系及第三系零星露头。盆地大部地区为第四系所覆盖。西起永昌羊虎沟、东至庆阳山、黑山、中卫一 带，石炭系、二叠系、三叠系均有出露。特别是碳系分布广泛，在黑山以东至上、下河沿、孟家湾及中卫地区仍见断续出露。下石炭统以武威南臭牛沟最为发育，被命名为臭牛沟组。中石炭统以红山窑及羊虎沟二地较为发育而被命名为羊虎沟组。上石炭统则以黑山、上河沿和下河沿一带出露较广泛。二叠系及三叠系主要分布于南营儿、大贼沟和石房构向东至黑山一带。

中生界侏罗系分布零星，仅在西营儿、苦水沟、西大墩井和西山口有分布，而且不连续。白垩系、第三系分布在盆地西南边缘，如龙沟堡、南营儿沟口、西营儿口、赵家河沟及北部大墩井等地。第四系通及全盆地。区域地层概况见表 5－6－1 及图 5－6－1。

(二)地层

1.前震旦系龙首山群(AnZ)

分布于盆地北缘阿拉古山一带。 主要为片麻岩、片岩、角砾岩、大理岩、变粒岩及硅质灰岩。

2.震旦系(Z)

分布于盆地西北缘至民勤间，组成河西堡隆起的主体，主要为石英岩、硅质角砾岩、页岩、石灰岩及千枚岩、变质岩、火山 岩等。

3.奥陶系(O)

分布于庆阳山、黑山等地，岩性为灰、灰白、灰黑色结晶灰岩以及紫红色砂岩、砾岩等。

4.泥盆系(D)

广泛分布于盆地南部边缘一带，为盆地南缘的主要岩系。岩性由中粒硬砂岩、千枚岩、板岩以及紫红色砂岩、砾岩等组成。与下伏地层呈角度不整合接触。

5.石炭系(C)

本系地层分为上、中、下三统。下统为臭牛沟组、中统为羊虎沟组、上统为太原组。主要分布在盆地南缘祁连山北麓，由西而东西营儿、南营儿、扎麻寺、古山墩、大靖、黑山嘴、长岭、庆阳山、黑山、紫泥井、五佛寺等地。厚度在200 ~ 325 米，盆地东端最厚达1000 米。为浅海相或海陆交互相的沉积，与邻区均可对比。现将各统分述如下:

(1)下石炭统(臭牛沟组 C_1c)

本统分布在南营儿、臭牛沟、扎渠河以及土墩等地。下部为灰白色石英岩夹页岩及石灰岩，底部为细砾岩，靠近顶部砂质页岩中富含钙质结核，上部为黑色页岩与块状灰岩互层。含有下石炭统标准化石，如:腕足类: *Chonetes* cf. *semicircularis* Chao, *Rhipidomella* sp., *Dictyoclostus* cf. *mfaus*(Tschern), *Linoproductus* sp., *Productus* sp., *Rhipidomella michelini* (leveille); 珊瑚类: *Yuanophyllum Kansuense* Yü, *Lithostrotion* sp., *Arachnolasma* sp..

本统与下伏地层泥盆系砾岩(D_3)或志留系深绿色砂岩、页岩以明显的角度不整合接触。与上覆中、上石炭统(C_{2+3})呈假整合接触。最厚达132 米。

(2)中石炭统(羊虎沟组 C_2y)

本统标准出露地点在永昌附近的羊虎沟和红山窑。另在大口子、九条岭、西营儿、老鸦顶、南营儿、东大河和大靖等地亦有分布。呈条带状出露。本统岩性下部为砂岩夹煤层;中部为砂层、页岩、泥岩和石灰岩;上部为砂岩、页岩。产腕足类化石: *Chonetes carbonifera keyserling*, *Brachythyrtna* sp.,厚达132.4 米。与上覆 地层上石炭统呈平行不整合接触，在下石炭统缺失的地方直接与下伏老地层呈角度不整合接触。

(3)上石炭统(太原组 C_3t)

本统在磨石沟出露完好。底部以灰白色石英砂岩作为标准 层与中石炭统分界，且多以平行不整合接触。顶部以黑色页岩与二叠系褐黄色石英砂岩呈假整合接触。产有:植物化石: *Lepidodendron* sp., *Stigmaria* sp., 腕足类: *Chonetes* sp., 䗴类 *Quasifusulina Cayeuxi* (Deprat), *Schwagerina* sp.. 厚达127.31 米。

这里需指出的是，石炭系上、中、下统之间的界线各家划分不统一，有待于今后进一步彻底解决。

6.二叠系(P)

表 5－6－1 武腾盆地地层系统表

地层				符合	接触关系	岩性描述	厚度(m)	剖面位置
界	系	统	群(组)					
新生界	第四系	全新统		Qh		现代冲积砂、砾、亚砂土；风成砂	5～30	武威
		上更新统	酒泉组	Qpj		冲、洪积砂、砾亚砂土		古浪
		中更新统				砂岩间夹砾岩	91.5～150	武威
		下更新统				砂岩、砾岩、粉砂岩间夹泥岩	＞214	武威
			玉门组	Qpy		砾岩为主，砂岩、粉砂岩	75～500	红崖山
	上第三系	上新统	疏勒河组	N_2s		上部为灰色中粒砂岩，下部为钙质硬砂岩	1144.7	赵家沙沟
		中新统	白杨河组	N_1b		上部浅棕红色砂质泥岩中部为砂岩，下部浅棕红色石英砂岩	111.97	磨石沟
中生界	白垩系	上统	马莲沟群	K_2ml		棕红色、灰色砾岩，砂质泥岩、泥岩		
		下统	河口群	K_1hk		紫红、灰绿色粗砂岩夹紫红色砾岩、粉砂岩、细砂岩	115	西营儿大沙沟
	侏罗系	中下统		J_{1-2}		页岩、泥岩间夹煤层，下部为砂岩	954	九条岭西沟大转弯
	三叠系	上统	延长群	T_3yn		浅灰绿色砂岩、粉砂岩、页岩，中上部夹黑色炭质页岩及煤线	＞861	大靖
		中下统	西大沟群	$T_{1-2}xd$		灰白色中、粗粒砂岩，块状砂岩夹泥岩	280.6～840.1	大靖大贼沟
古生界	二叠系	上统	窑沟组	P_2y		淡紫红、灰白色含砾砂岩、砾岩夹砂砾岩、粉砂岩、页岩	131～400	大贼沟
		下统	大黄沟群	P_1d		灰白色含砾砂岩、砂砾岩，粉砂岩	111～241.8	大靖永昌
	石炭系	上统	太原组	C_3t		灰色砂岩、页岩，砾状砂岩及黑色页岩和煤线	98～225	南山乡磨石沟
		中统	羊虎沟组	C_2y		灰色砂岩、页岩，黑色页岩和煤线	40.2～132.4	红山窑
		下统	臭牛沟组	C_1c		石灰岩及泥灰岩，黑色页岩及底部石英砂岩，偶夹煤层	44.2～132.74	臭牛沟
	泥盆系	上统	沙流水群	D_3sh		紫红色砂岩，泥质粉砂岩夹泥岩和团块状灰岩，底部为砾岩	4.3～119.6	大靖
		中下统	雪山群	$D_{1-2}xs$		砂岩、砾质砂岩，粉砂岩泥岩	＞2000	
	志留～奥陶系			S－O	?	灰绿色，浅红色板岩，细砂岩，并有花岗岩的侵入		
上元古界	震旦系			Z		灰色、灰白色石英岩，硅化灰岩、板岩；花岗片麻岩，片岩等		
下元古界	前震旦系		龙首山群	Pt_1ln		片麻岩，片岩，角闪岩，变粒岩，大理岩		

二叠系在本区整个看来属陆相碎屑岩沉积。露头分布于盆地南缘如大口子、西营儿、南营儿、大贼沟和东大河等地。一般伴随石炭系出露。与上覆三叠系呈假整合接触，与下伏地层(上石炭统)呈平行不整合或整合接触。岩性以灰绿色、灰白色砂岩及灰绿色页岩为主。本系地层两分明显。上统为紫色及杂色砂岩、砾状砂岩和砂质泥岩，属滨湖相沉积，厚达 154.2 米。下统为灰绿色、黄绿色砂岩间夹桔红色砂质泥岩及灰绿色页岩等，属滨—浅湖相沉积，厚达 126.6 米。两者呈整合接触关系。

7.三叠系(T)

三叠系在本区可分两部：下部为西大沟群($T_{1-2}xd$)，时代属早中三叠世；上部为延长群(T_3yn)，时代属晚三叠世。

西大沟群为一套浅紫红色粗砂岩。底部为棕红色含泥砾砂岩与二叠系呈假整合接触。顶部为含钙质结核的块状砂岩以及浅灰色的长石砂岩。下部为浅绿色砂岩间夹黑色页岩，并在黑色页岩中富含羊齿类及植物化石碎片。总厚约 280 多米。

延长群为一套浅紫色、灰绿色砂岩，含砾砂岩间夹杂色页岩、泥岩及薄煤层。泥岩及砂岩中产有核物化石，如 *Danaeopsis fecunda* Halle, *Neocalamites meriani* Brangniart, *Neocalamites carcinoides* Harris等多种化石。上述化石与华北延长群层位大致相当。

西大沟群与酒泉、民乐等盆地的西大沟群有共同的特点：(1)颜色多为浅紫红色；(2)富含长石及紫红色泥砾及砂球；(3)大型交错层理十分发育；(4)两者皆为河流相沉积，是在较干燥气候条件下沉积的。

8.侏罗系(J)

侏罗系在武腾盆地分布不多，仅见于苦水沟、九条岭和大沙沟等地。本区中、下侏罗统发育，缺失上侏罗统，根据其分布情况，多系局部凹陷沉积。

下统由两个沉积旋回构成：底部为一层含砾粗砂岩，向上为砂岩、页岩夹薄煤层；上部为灰色砂岩，绿色页岩，为一下粗上细的正旋回沉积。页岩中产核物化石：*Equisetites nicoli* Arber, *Coniopteris hymenophylloides* Brongniart, *Hausmannia ussuriensis* Kryshtofovich。厚约 60 米。与下伏三叠系为角度不整合接触。

中统为页岩和砂岩，下细上粗，属反旋回沉积，厚约 60 多米。页岩不纯，多含砂、砾，其中含砂质页岩中产植物化石：*Coniopteris hymenophyuoides* Brongniart, *Podozamites lanceolatus*(L.et.H), *Equisetites ferganensis* Seward, *Cladophlebis haiburensis*(L.et.H.)等化石。

9.白垩系(K)

白垩系在盆地南缘分布零星，且不连续。在盆地北缘及南缘东端直接超覆在老地层之上。以西营儿大河沟出露较全，为湖相及河流相沉积，分上、下两统。下统下部为黑灰色页岩夹砂岩及泥灰岩，上部为紫红色页岩与杂色砂岩近乎等厚互层。下统下部页岩、泥灰岩中产叶肢介化石：*Estherites* cf.*mitsuishii* Kobayashi et Huzita, *liograpta* sp.，等化石。从岩性、接触关系、岩层特征以及所含的化石来看，本盆地下白垩统均可与酒泉盆地下白垩统对比，厚约 650 多米。

上统以棕红色、桔黄色、黄灰色、灰色砾岩，砾状砂岩，砂岩和砂质泥岩为主，间夹中厚层泥岩。砂岩胶结疏松。与下白垩统呈平行不整合接触。厚度变化很大，从几十米到数百米厚。

10.上第三系(N)

上第三系分布较广，盆地南北均有露头，与下伏地层均呈不整合接触。由西向东有逐渐加厚之势。依据岩性自下而上可分为二套:中新统白杨河组和上新统疏勒河组。两者呈假整合接触。与上覆第四系呈不整合接触,缺失下第三系。

白杨河组上部以浅棕红色砂质泥岩为主;中部以砂岩为主;下部以浅棕红色含砾砂岩及粗砂岩为主,不含化石,厚约120余米。

疏勒河组上部为灰色、灰白色中粒砂岩，下部以钙质硬砂岩为主，厚达1100余米。

11.第四系(Q)

第四系遍及全盆地。盆地中央为戈壁滩及沙漠覆盖。依据岩性可分为底部砾石层，上部黄土层。

砾石层多分布于河谷两岸，如西营儿、东大河、石羊河、大靖河以及中央浮土覆盖下均有其分布。厚度不一，约20～30米，最厚达60米以上。砾石成分因地而异,一般以花岗岩、硬砂岩、变质岩为主。

黄土层多分布于盆地南缘，构成祁连山前丘陵地带，黄土中含细砂及白云母片等。

第四系累计厚度达500～700米。

四、构造

(一)大地构造位置

武腾盆地位于中朝准地台与祁连褶皱系之间的走廊过渡带内(见图5-6-2)，其所处的大地构造位置决定了如下的构造特征。

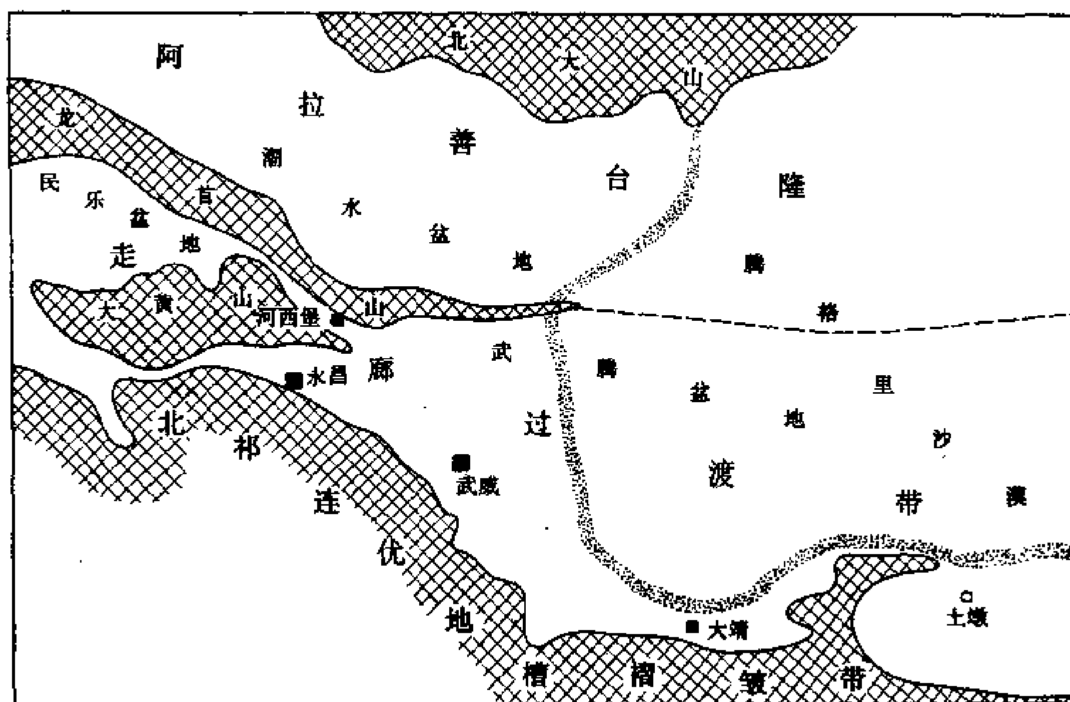


图5-6-2 武腾盆地大地构造位置图

(1)基底呈现不对称性:盆地经过中、新生代的不断下沉,基底在横断面上发生了不对称现象,亦即拗陷中心偏南。基底埋藏深度南部达2400米，北部仅400～800米，显现南部

是一拗陷，中央平缓并有幅度不大的起伏，北部则为一斜坡。这可由重力横剖面得到证明。其次，从中、新生代沉积厚度梯度来看，亦同样反映这种不对称性。

(2)基底结构呈现两分性：由于盆地位于两个截然不同的大地构造单元之上，导致基底结构具有两分性，基底岩系在时代上南、北亦不相同。盆地南部属北祁连加里东期褶皱带的变质岩系。盆地北部则属阿拉善台隆基底岩系，由震旦系及其以前的变质岩层组成。

(3)盆地与周边关系：盆地南缘与雄伟的北祁连山呈断层接触，这种关系在西部甚为明显，东部虽不甚明显，但构造地貌显示却很清楚，巍峨的高山与盆地形成鲜明对照。据最近的重力及部分地震资料显示盆地北界为断层接触，西以永昌隆起与民乐盆地相隔离，盆地东界情况不清。

(二)构造发育史

区内主要的地壳运动计有三次：即加里东运动、燕山运动和喜山运动。其中尤以第一次构造运动最为强烈，第二次次之，第三次轻微。

志留纪末，波及整个祁连地槽的加里东运动，一方面使南、北祁连完全褶皱回返，转化成年青的地台；另一方面造成本区志留系及其以前的地层普遍变质，并与以后的地层普遍呈不整合接触；三则造就了盆地的构造骨架。这次构造运动自南而北由强变弱。

经过泥盆纪长时期的剥蚀夷平之后，石炭纪时，地壳再度下降，大部地区沉积了海陆交互相—海相的山前成煤成油建造。当时的环境适于生物生长和有机物的繁衍。石炭纪末期，地壳上升，本区海水不复入侵。

二叠纪末，地壳升降缓慢，区内沉积了500多米厚的韵律性明显的陆相碎屑岩地层，这套地层即是本区较为理想的上古生界储、盖组合岩系。说明华力西运动在本区仅表现为造陆运动。

三叠纪时，本区地壳运动仍以升降运动为主、升降幅度小而缓慢，因而承袭二叠纪的古地理面貌，接受了厚达数百米的陆相碎屑岩沉积。

侏罗纪始，由于周围老山快速上升和盆地下降这种反差活动，形成了祁连山北麓的山前坳陷。此时，本区中、新生代盆地已具雏形，从而接受了中、下侏罗统的沉积。晚侏罗世时，地壳再度上升，造成本区大面积缺失上侏罗统沉积。

早白垩世时，地壳再度下降，本区较同一构造单元的西部地区沉降速度为慢，但仍沉积了还原环境下的湖泊相深灰色纸状页岩、泥岩和砂岩，间或有石灰岩和菱铁矿结核。沉积厚度达一千多米，这显然是本区陆相含油建造时期。

晚白垩世至第三纪，地壳活动比较稳定而宁静，出现了韵律性明显的红色陆相碎屑岩建造。这一时期的沉降幅度较大，上白垩统至第三系厚逾千米，是本区中、新生代的储盖组合岩系。

综上所述，由于所处大地构造位置和地壳升降运动，为本区叠合盆地的形成奠定了良好的基础，并形成了本区不同时代的两套生油岩系。不仅如此，由于地壳运动的动荡和稳定的反复出现，还造就了本区的多次生油期和多套储、盖组合岩系。这是本区和走廊过渡带构造运动的显著特点。

褶皱和断裂在本区较为发育，前者主要表现为过渡类型的不对称短轴或开阔型褶皱(庆阳山、老虎山、长岭山、土墩等褶皱)，后者多表现为逆断层性质、其次为平移断层，而正断层在本区不发育。由于盆地受深大断裂(北祁连北缘深大断裂和走廊北缘深大断裂)的严格控制，褶皱轴向和断裂走向皆与整个褶皱系的构造线平行，显示了本区构造

线具有严格的方向性。

（三）盆地构造单元的划分

由于盆地东北部被沙漠覆盖，资料不多，这里不予论述。盆地西南部，根据1961年玉门局酒泉地质大队资料划分为三个一级构造单元，即：南部拗陷、中央隆起、北部斜坡（图5－6－3）。

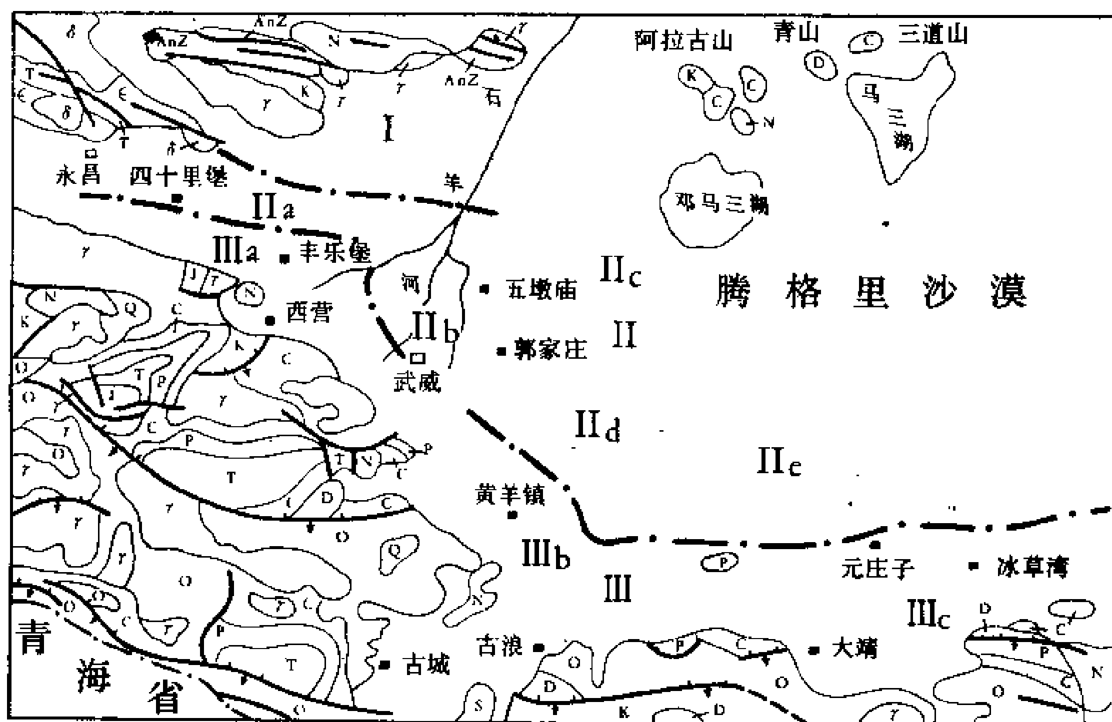


图5－6－3　武腾盆地西南部构造区划示意图

Ⅰ—北部斜坡；Ⅱ—中央隆起；$Ⅱ_a$—土佛寺—双城凸起；$Ⅱ_b$—武北凸起；$Ⅱ_c$—五墩庙凸起；$Ⅱ_d$—清源凹陷；$Ⅱ_e$—土门子凸起；Ⅲ—南部拗陷；$Ⅲ_a$—丰乐堡—西营儿凹陷；$Ⅲ_b$—黄羊镇凹陷；$Ⅲ_c$—大靖—土墩凹陷

（1）北部斜坡：北界红崖山，南界永昌北山。实为龙首山南倾基岩向东南的延伸部分。基底埋深200～500米，向东基底略有加深之势。

（2）中央隆起：西起永昌，南抵土门子，呈北西向条带状展布。由西向东基岩由浅入深，土佛寺—双城一线最浅为200米左右，东湾以南最深，为1500米左右。武1井钻探结果表明，隆起上沉积盖层为第三系疏勒河组和第四系，其中疏勒河组厚150～1100米，第四系厚100～300米。本隆起由西向东又可分为五个亚一级构造单元，即土佛寺—双城凸起、武北凸起、五墩庙凸起、清源凹陷、土门子凸起。

（3）南部拗陷：西起丰乐堡，东至土墩，环绕盆地西南缘。黄羊镇以西呈北西向条带状展布，黄羊镇以东呈东西向展布。本带由丰乐堡—西营儿、黄羊镇、大靖—土墩等三个凹陷组成。其中丰乐堡—西营儿、黄羊镇两凹陷形成于中生代，主要凹陷时期为白垩纪，沉积了厚达1200米以上的白垩系湖相沉积。第三系、第四系总厚超过1500米。而大靖—土墩凹陷则

形成于石炭纪初,凹陷内主要沉积有石炭、二叠、三叠系,总厚约1900米左右。而侏罗一白垩系不发育,仅局部地段如沙沟河、双塔等地有沉积,大部地段缺失。本凹陷与鄂尔多斯台拗相比较,石炭系以后在沉积上是一个统一的整体,与整个华北地台的发展史有很多相同之处。但由于处于阿拉善台隆、北祁连优地槽褶皱带及鄂尔多斯地台等三个不同大地构造单元的交汇处,因此,又有其独特的发育史。石炭纪为主要凹陷时期,形成了本区有利的成油成煤建造;石炭一三叠系的沉积厚度向北向西均有减薄之势;经印支及燕山运动以后,基底断裂活动,该凹陷全面解体,形成中、新生代的小断陷和小凹陷。

五、含油远景评价

依据油源之丰富程度及距油源之远近;储盖层条件的好坏;构造、地层、岩性等各类圈闭发育的可能条件。参考前人对盆地勘探目的层的一些看法,对盆地内各构造单元(见图5-6-3)进行了初步评价。

北部斜坡:

前已述及,北部斜坡从其构造性质来说,实为龙首山南部的南倾基岩凸起的延伸部分。其上沉积了第三系和第四系,第三系较薄,且局部有缺失。其余地层如石炭、侏罗和白垩系则完全缺失。由于北部斜坡上缺乏储、盖层,而且距南部油源区甚远,因此,无进一步勘探价值。

武北凸起($Ⅱ_b$):

武1井的钻探成果表明,第四系厚108米,第三系疏勒河组上部地层厚274米。岩性为一套土黄色粘土夹砂岩,缺失第三系白杨河组及侏罗、白垩系。在钻井过程中均无油气显示,故可以与北部斜坡类比,暂划为不利于进一步勘探的地区。

丰乐堡一西营儿凹陷($Ⅲ_a$):

为武腾盆地西部唯一较大的凹陷,呈东西向长条状展布,面积约250平方公里。基底形态为一斜坡,由北而南逐步加深,最深达1400米。其中沉积地层主要有第三系、白垩系,在凹陷东南部西营儿、三沟一带,下白垩统厚达1150米。目前初步认为本凹陷下白垩统具有生油条件,但由于凹陷内大部地区缺失下白垩统,西营儿一带分布的下白垩统仅有100平方公里左右,生油潜力很小。而且西营儿地区下白垩统在三沟、四沟一带均暴露地表,也无任何储气显示。就本区局部构造来看,据前人调查计有:赵家河沟(构造面积为3平方公里)、红崖山(构造面积为2平方公里)以及灯草沟、潘家庄、金鸡岭等背斜。后三个背斜构造不闭合,且面积小,构造本身已裸露;而赵家沟和红崖山两背斜轴部均由白垩系组成,岩层全部出露,均未见油气显示,因此,以上构造无进一步勘探价值。

综上所述,丰乐堡一西营儿凹陷,虽然面积小,含油远景不大,但以往资料太粗,还有进一步工作的必要,查清下白垩统的分布范围,研究下白垩统的生油潜力等。

黄羊镇凹陷($Ⅲ_b$):

面积较小,仅200平方公里,含油远景不大,在丰乐堡凹陷没有取得新的成果时,该凹陷不宜进一步工作。

这里还需指出的是,我们认为黄羊镇凹陷其实是沙河凹陷的延伸部分,构造性质及沉积岩分布与沙河凹陷十分相似。再则两凹陷之间并非有盆地周边结构相隔,因此前人将沙河划为一盆地确属欠妥,沙河凹陷应是武腾盆地南部拗陷带中的一个凹陷。

清源凹陷($Ⅱ_D$):

本凹陷位于武北凸起之东,土门子凸起之西,凹陷探1400～1600米,凹陷中主要沉积

地层有第三系棕红色砂砾岩。白垩系是否存在,尚不清楚。但从构造位置分析,本凹陷为武北和土门子两凸起之间的一个凹陷,估计有上白垩统或者石炭、二叠系分布,凹陷浅、面积小,目前尚缺乏区域概查资料。

土门子凸起(II_c):

基岩埋深200～240米,凸起顶部第三系桔红色砂岩、砾岩不整合于下古生界基岩之上,厚度不超过150米,说明该凸起自古生代以来至第三纪为长期隆起区。钻井中未发现任何油气显示,可以认为跟武北凸起性质一样,为油气勘探不利地区,无进一步工作的必要。

武腾盆地西部主要凹陷形成于白垩纪初。盆地南缘,靠近祁连山北麓凹陷深,早白垩世时,沉积了深湖相的黑色泥岩相,为本区唯一的生油岩系。根据地质资料分析,下白垩统的分布非常局限,仅限于丰乐堡—西营儿及南营儿数百平方公里的地区,就是有其存在亦因埋深不到2000米,而达不到有机质向烃类转化的门限值,因此意义不大。

盆地西部的中段及北段,基岩凸起分割性强,大部分均为上第三系,很可能缺失白垩系。所以,武腾盆地西部总的来说含油远景不大。

武腾盆地的东北部被沙漠覆盖,资料很少,确切评价尚有困难,需进一步完成区域物探概查,作出正确评价。根据723队(1961年)两条电测深剖面资料,仅说明基岩埋藏很浅,有一些不规则的小凹陷,但浅而小,埋藏深度一数在500～1000米。

大靖—七墩凹陷(III_c):

该凹陷位于武腾盆地的东部南缘,形成于海西初期。主要沉积了石炭、二叠及三叠系。1953年301队于上、下河沿石炭系中发现油砂以来,对本区油气苗进行了很多调查,证明中卫至红水一带,中、上石炭统均具有生油能力,并且沉积分布广而稳定。

各构造带初步评价如下:

(1)黑山—大梁复式背斜带:背斜轴部由奥陶系和志留系组成,背斜两翼石炭系已出露地表。因此,初步认为本带属勘探不利地区。

(2)后黑山—方家井褶皱带:该带均由上石炭统构成褶皱的两翼,构造成线状,两翼倾角陡,轴部常伴随逆断层。褶皱带多被北西西向的平移断层切割,褶皱构造全部破坏,目的层无封闭条件,因此也无进一步勘探的价值。

(3)大营盘水—天景山复式向斜带:南部为北大山逆断层所限,褶皱强烈且被断裂复杂化,褶皱大部被破坏,目的层全部出露。

(4)郭家井半倾没背斜:构造裸露地表且被断层切割破坏,况且目的层亦已出露,封闭条件差,无勘探价值。

(5)岳家井构造:构造闭合良好,构造幅度400米,闭合面积30平方公里。本构造向东延伸的重力高带,位于中石炭统有利生储油岩相带上,生油层在此增厚,储集层物性有变好的趋势。上下构造符合程度好,因此,该构造是本区最有远景的地区,值得进一步勘探(见表5-6-2)。

总之,武腾盆地除南部近祁连山一带曾作了一定的地质调查和研究外,对盆地广大覆盖地区尚未完成区域重磁力普查和地震概查,应进一步完成区域勘探所必须的工作,对盆地全面作出准确评价。

从1954年至1961年这8年内,尽管进行了9个队年(20个小分队年)的石油地质工作,但皆偏重于地质填图和地层的划分对比、地貌以及第四纪地质、地表构造等基础研究,对盆地内部石油地质所研究的对象—生、储、盖、运、圈、探等方面,所做工作很少,专题研究更少,

表5-6-2 武腾盆地西部构造基本情况简表

构造			面积 (km^2)	范围	基底深度 (m)	地层分布	构造情况及特征	含油远景评价	电测曲线类型
武腾盆地	北部斜坡		700	北界龙首山南至断层	200 ~ 100	Q ~ N_2s	为龙首山基底延伸南缘部分，南侧逆断层向东逐渐消失	无含油远景	曲线类型KQH，标准层 $\rho\neq\infty$ 为风化带
	中央隆起	上佛寺至双城凸起	150	北界永宁堡凹陷南界丰乐堡凹陷	450 ~ 600	Q ~ N_2s	为永昌北山基岩向东倾没部分	无含油远景	曲线类型 KQH
		武北凸起	400	武威北15公里向西至四十里铺	600 ~ 310	Q ~ N_2s	为基岩凸起	无含油远景	曲线类型 KQH武1井钻井证实基岩深度 280.5m
		黄羊镇凸起	150	位于黄羊农场附近	500	Q ~ N_2s	为基岩凸起	无含油远景	
		土门凸起	约 120	位于土门之北	200 ~ 230	Q ~ N_2s	基岩凸起，有由南向北之逆断层分布	无含油远景	KHA 曲线类型不清，标准层 $\rho\neq\infty$ 为风化带
		清源凸起	260	位于武威之东，土门凸起之北	1400 ~ 1600	Q-N_2K_2 及可能有C-P残余分布		含油远景不大	曲线类型 KQQH 中阻层
	南部拗陷	丰乐堡—西营儿凹陷	350	丰乐堡之南	1200 ~ 1400	Q-N-K 有残余 C-P	中断生代凹陷	含油远景不大	曲线类型 KQH 低电阻层，电阻率为 5Ω · m
		沙沟河—黄羊镇凹陷	200 ~ 250	古浪之北	1200 ~ 1500	Q-N-K 有残余 C-P	中新生代凹陷	凹陷面积小，可能无目的层	曲线类型 KQH -KQQH，中阻层电阻为30Ω · m
		大靖—土墩凹陷带	550	古浪至大靖间	估计1500	Q-T-P-C	以上古生代拗陷为主	南北两露地层出露，局部构造有含油远景	曲线右支为KHA型，曲线类型不清晰，原因不明

某些方面几乎没有研究，加之物探等手段未能广泛使用，因此，得出的结论不够准确。自1961年后，武腾盆地再未进行过任何石油地质工作，有鉴于此，本文关于构造带的划分和含油远景评价只能供参考。

基于武腾盆地和酒泉盆地处在同一构造单元—走廊过渡带上，具有长期持续发育的拗陷和多旋回的生油层系；有多期继承发育的古隆起与成排成带的褶皱断裂构造；有早期形成并多期次活动的同生断层切穿多层油(气)源岩；有大量边缘相粗碎屑岩分布与配套的稳定的泥质岩紧密相连，构成较好的储盖缘合；有伴随褶皱断裂发生的裂隙网络改造储渗性能；且石炭系、二叠系发育，厚度较酒泉盆地大，在上河沿、下河沿和孟家湾等地已经发现有石炭系的油苗和油页岩；而且武腾盆地面积约为酒泉盆地的 3 倍，并有多次生油期和多套生、储、盖组合。根据上述储况，今后对武腾盆地的石油地质基本条件的研究应给予高度重视，以期早日得以突破。

第七节　巴丹吉林沙漠及马鬃山诸盆地

一、巴丹吉林沙漠

(一)概况

巴丹吉林沙漠位于东经100°～103°，北纬39°20′～42°40′。北起中蒙边界，南至阿拉善右旗，西界弱水，东到雅布赖山—五花西壁一线。面积约60000平方公里。

本区西部为马鬃山的东延部分。南部自西向东有北大山、雅布赖山，北大山，因久经剥蚀，实为准平原化残丘，海拔为1900米左右。雅布赖山大致呈北东—南西走向，最高峰1700多米。东北部的洪果尔吉山海拔1250米。中部和南部为浩瀚的巴丹吉林沙漠，地面起伏不大，地势大致由南向北倾斜，绝大部分为复合沙山，沙山一般海拔为1300米，最高达1500米以上，沙漠边缘地区为新月型沙丘链或新月型沙丘及半固定沙丘。在沙漠内部沙山之间的丘间洼地，有小型天然湖（当地称海子）和盐沼共100多个，著名的雅布赖盐场和中泉子芒硝场就分布在这里。北部为弱水（黑河）下游平原和居延海盆地，高弱水的尽头，嘎顺诺尔（居延海）和苏古诺尔湖岸海拔只有800多米。

本区主要河流弱水发源于祁连山区，在甘肃张掖地区称黑河，下游称弱水，到凯旋村一带分成东河（纳林河）和西河（木林河），分别注入苏古诺尔和嘎顺诺尔。东、西两河每年4～10月份因中、上游地区灌溉而断流，只在冬、春二季有水。

本区气候属较典型的温带干旱气候。具有降水量少、蒸发量大、风大、日温差大的特点。根据额济纳旗气象站记录，年平均气温7.9℃，1月份为零下13.4℃，7月份26.4℃。年平均降水量39毫米，而蒸发量高达3700多毫米，是降水量的94倍。全年日照在3400小时以上。区内一年四季都刮风，冬、春季最多，全年八级以上的大风天有30多天。

区内中、南部植被较差。有梭梭、红柳、毛柳等灌木，草类较稀疏，系沙生和碱生植物。北部弱水两岸的自然植被较好，弱水河滩有胡杨、沙枣等天然次生林，牧草生长也较茂盛。

本区系沙漠和半沙漠区，区内人烟稀少，居民有蒙、汉、回、藏等民族。交通极为不便，除沙漠边缘地区有公路外，其余绝大部分地区汽车无法通行，在沙漠腹地，只有在向导带路的情况下，方可骑骆驼勉强通行。

(二)地质调查史

本区基本上没有进行过石油地质勘探工作。仅近年来甘肃省地质局区测队在本区进行系统的1:20万区域地质调查。其它单位也作过一些工作。但工作范围大都在沙漠四周的露头区，对沙漠腹地的地质情况了解甚少。现依其先后顺序分述于后。

1956年，地质部西北地质局所属地质队在洪格尔吉山附近进行地质普查，编写有“内蒙额济纳旗洪格尔吉山地质报告”。

1958年，内蒙古自治区地质局巴盟地质勘探队，在额济纳旗—巴彦浩特作路线地质调查，编写有“额济纳旗—巴彦浩特路线地质调查报告”。

1960年，地质部水文工程地质局第一大队，在东经98°30′～106°30′，北纬38°30′～43°00′范围内，进行1:50万普查工作，并于1961年编写有“内蒙高原西部综合地质、水文地质普查报告书”。

1961年11月～1962年12月，内蒙古地质研究所李文亢等，根据1961年底野外队所获得的第一性资料，经室内综合研究，编写有"K－48(临河幅)地质图说明书"。

1977～1978年地质部西安地质研究所二室和宁夏地质局综合研究队地层组，对该区北部古生界泥盆系和二叠系进行了重点研究，并写有"巴丹吉林地区五花西壁—蒙根乌拉一带古生代地层研究"一文。

1977～1981年甘肃省地质局区测队相继开展了本区的1:20万区域地质和矿产调查工作。对本区的地层、构造、矿产进行了系统的调查和研究。并编写有1:20万区域地质调查报告和相应的地质图。

1979年，地质部航空物探大队905队，在额济纳旗地区东经98°～102°30′，北纬41°20′～42°30′范围内，开展1:5万为主的航磁普查。普查面积33390平方公里，获得了一定的成果。对巴丹吉林沙漠北部的构造格局、断裂特征、基底起伏等有了一定的了解。

此外，水文工程部队——00927部队在本区钻了不少水井。

(三)地层

巴丹吉林沙漠北部与南部的地层有较大差别。北部地层厚度大，且发育较全，出露有蓟县系，寒武系中、上统，奥陶系，志留系，泥盆系，石炭系，二叠系，三叠系上统，侏罗系，白垩系和第四系(见表5－7－1)。南部地层厚度较小，且缺失较多，出露地层有阿拉善群，石炭系上统，二叠系，侏罗系中、上统，白垩系和第四系(见表5－7－2)。现由老至新分述如下(图5－7－1)。

1. 元古界

(1)阿拉善群(Ptal)

该地层前人曾划为中、上石炭统。1962年内蒙古地质局地质研究所李文亢等，根据区域资料又将其划为上石炭统阿木山组。《西北地区区域地层表甘肃分册》则认为巴丹吉林沙漠出露最老地层为中元古界蓟县系。甘肃省地质局区测队根据该地层的特征，将其划为元古界阿拉善群。主要分布在南部，为全区出露最老地层。岩性以片麻岩为主，次为变粒岩、浅粒岩、斜长角闪岩及少量片岩、千枚岩、板岩和大理岩，是一套中—高级区域变质岩。由于岩浆侵入，顶底不全，总厚度大于11024米。根据邻区侵入该地层下部混合质黑云角闪斜长片麻岩中的蚀变辉长岩所测得的黑云母同位素年龄值(即变质年龄)为13.65亿年，其地质时代应大于此值。并且，岩性组合等又与元古界阿拉善群可对比。但考虑到靠上部尚有变质程度较浅的片岩、千枚岩和板岩，故不能完全排除有包括一部分早古生代地层之可能。

(2)蓟县系(Pt_2jx)

为北部出露最老地层，分布在拐子湖和红石山地区。是1977年宁夏地质局综合研究队地层组与西北地质研究所第二研究室、甘肃省地质局区测队发现并命名的。岩性上部为碎屑岩和碳酸盐岩；下部为碳酸盐岩。厚度大于3704米。在碳酸盐岩中产叠层石：*Anabaria*? f.，*Inzeria baganensis*，*Baicalia alxaensis* 等。

2. 下古生界

(1)寒武系(Є)

分布局限，仅在北部拐子湖附近出露，由于断层破坏，只见寒武系中、上统。

表5－7－1 巴丹吉林沙漠北部地层系统简表

地层系统				代号	厚度（m）	接触关系
界	系	统	群或组			
新生界	第四系			Q	＞180	
中生界	白垩系	上统		K_2	212	
		下统		K_1	235～349	
	侏罗系	上统	赤金堡组	J_3c	＞2419	
		中下统	龙凤山群	$J_{1-2}Ln$	＞381	
	三叠系	上统		T_3	1975	
上古生界	二叠系	上统		P_2	3137	
		下统	阿其德海尔罕组	P_1a	1621～2662	
			埋汗哈达组	P_1m	1020～1131	
	石炭系	上统	干泉群	C_3gn	＞2739	
		中统	石板山组	C_2s	＞2820	
		下统		C_1	2380	
	泥盆系	上统	西屏山组	D_3x	1960	
		中统	卧驼山组	D_2w	531	
			伊克乌苏组	D_2y	780	
		下统		D_1	＞2434	
下古生界	志留系	上统		S_3	＞218	
		中统		S_2	＞871	
		下统	园包山组	S_1y	＞212	
	奥陶系	上统		O_3	＞90	
		中统	咸水湖群	O_2xn	＞1300	
		下统	小狐狸山组	O_1x	238	
			乌兰布拉格组	O_1w	＞311	
	寒武系	上统		ϵ_3	223	
		中统		ϵ_2	＞120	
中元古界	蓟县系			Pt_2jx	＞3708	

表 5－7－2 巴丹吉林沙漠南部地层系统简表

地层系统				代号	厚度 (m)	接触关系
界	系	统	群或组			
新生界	第四系			Q	>190	
中生界	白垩系	上统		K_2	>12	
		下统		K_1	>2365	
	侏罗系	上统		J_3	>213	
		中统		J_2	706	
上古生界	三叠系	上统		P_2	754～3018	
		下统	哲斯组	P_1z	>1681.4	
	石炭系	上统	阿木山组	C_3a	>1351.89	
元古界			阿拉善群	Ptal	>110240	

① 中寒武统 (ϵ_2)

分布于额济纳旗珠斯楞海尔罕之西。岩性由硅质、白云质和砂质灰岩夹石英岩组成。厚度大于 120 米。在硅质岩中产三叶虫：*Amphoton* sp.，*Crepicephalina* 等。

② 上寒武统 (ϵ_3)

分布范围与中寒武统相同。岩性由碳酸盐岩组成，除底部为次生白云岩外，其余全为石灰岩。可见厚度 223 米。产三叶虫：*Irvingella* sp.，*Peichiashania*，*Pseudoagnostus* 等化石。

(2) 奥陶系 (O)

主要分布在北部居延海、苏古诺尔、拐子湖一带。上、中、下三统均有出露。下统进一步划分为两个组，下部对比为乌兰布拉格组、上部新建小狐狸山组、中统对比为咸水湖群。厚度大于 2639 米。各统间均为整合接触。前人曾将其划为上奥陶—下志留统沙沟山群的一部分。

① 下奥陶统乌兰布拉格组 (O_1w)

岩性为灰绿色、暗灰色粉砂岩夹少量板岩及紫红色、灰紫色粉砂岩。厚度 238 米。产笔石：*Climacograptus* sp.，*Amplexograptus qilianshanensis* 等。

② 中奥陶统咸水湖群 (O_2xn)

下部为中性火山岩，中部为细碎屑岩、硅质岩及碳酸盐岩，上部为中性、中酸性火山岩。厚度大于 1300 米。产笔石：*Dicellograptus sextans*、*D. sextans rar. exilis*、*D. minimus*；三叶虫：*Sphaexochus* sp. 等门类化石。

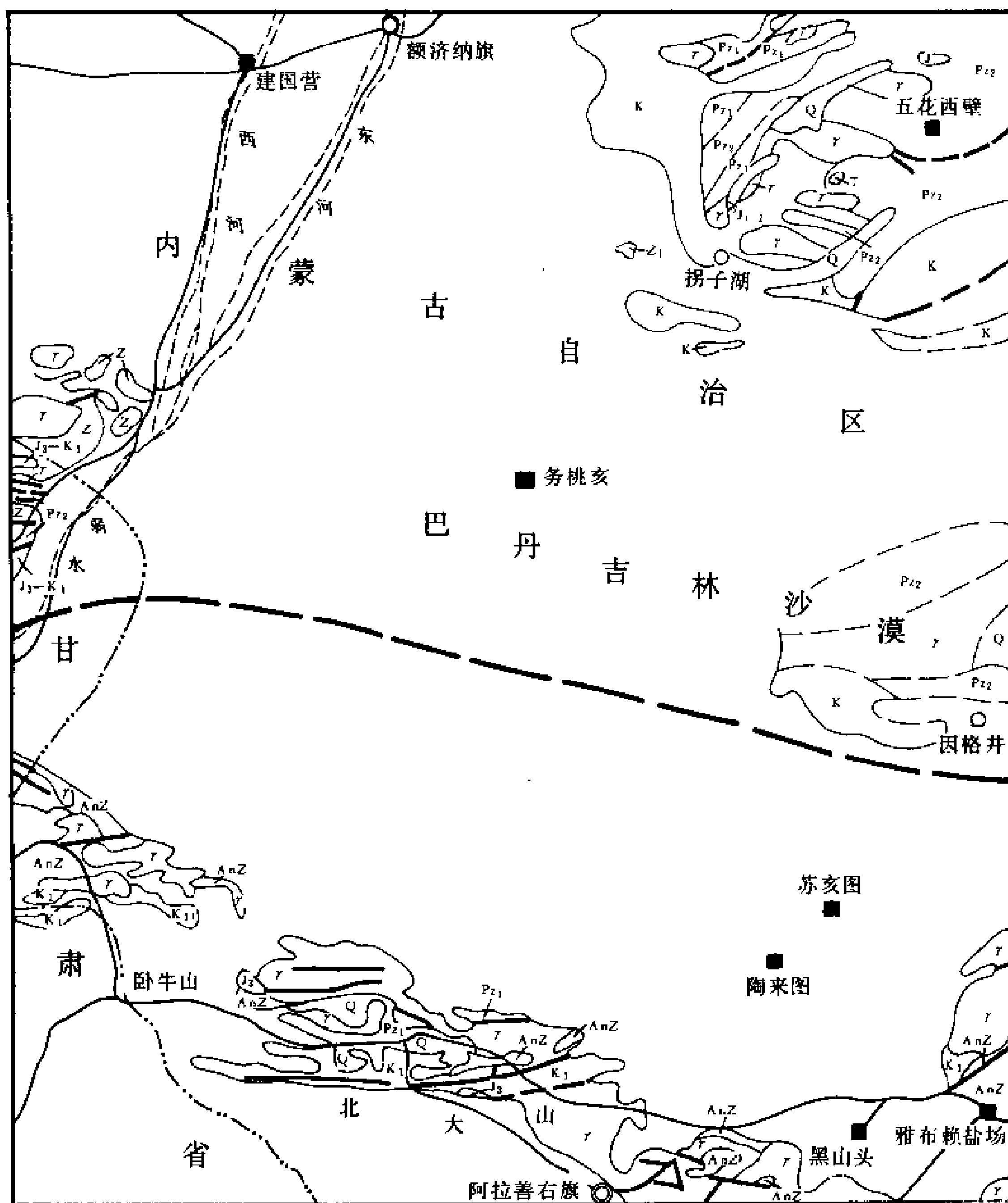


图 5－7－1 巴丹吉林沙漠地质示意图

（据甘肃省 1∶100 万地质图修编）

3 上奥陶统 (O_3)

下部为灰色泥质粉砂岩、粉砂岩夹碳酸盐岩透镜体，上部为厚层长石质硬砂岩。厚度大于 789.5 米。

(3) 志留系 (S)

分布在北部。根据近年来的研究成果，划分为上、中、下三统，总厚度大于 1301 米。

① 下志留统园包山组(S_1y)

主要分布在拐子湖和居延海附近。岩性由黄绿色微变质粉砂岩及泥岩组成，与中志留统为整合接触。底部为火山岩侵入。厚度大于 212 米。产笔石类化石：*Monograptus priodon* 等。

② 中志留统(S_2)

主要分布于居延海附近。岩性上部为辉石安山岩及凝灰熔岩，中部为灰绿色块状含角砾英安岩、英安质凝灰岩，下部为长石硬砂岩。厚度大于 871 米。产腕足类化石：*Eospirifer* sp.。

③ 上志留统(S_3)

主要分布于拐子湖附近珠斯楞海尔罕 4 公里处，岩性上部为钙质砂岩夹砂质灰岩，下部为细砂岩与粉砂岩互层。与上覆下泥盆统呈平行不整合接触，厚度大于 218 米。产腕足类化石：*Carinatina* sp.，*leptaena* sp. 等；三叶虫类：*Encrinurus* sp. 等。

3. 上古生界

(1) 泥盆系(D)

分布在北部，下统出露较广，中、上统只分布在雅干、拐子湖一带。按化石组合和沉积建造，将其划分为下泥盆统、中泥盆统伊克乌苏组和卧驼山组、上泥盆统西屏山组。总厚度大于 5705.3 米。前人曾将其划分为震旦系、上寒武统和前震旦系等。

① 下泥盆统(D_1)

岩性下部为火山岩夹长石质硬砂岩、砾岩等，上部以碎屑岩为主，夹有火山岩及碳酸盐岩层。厚度大于 2434 米。产珊瑚类化石：*Squameofavosites* sp.、*Favosites* sp. 等；三叶虫：*Encrinurus* sp. 等；腕足类：*Atrypa* sp. 等。

② 中泥盆统(D_2)

a. 伊克乌苏组(D_2y)：岩性主要由含钙质细碎屑岩及硅质灰岩组成。厚度 780 米。与卧驼山组呈整合接触。产腕足类化石：*Uncinulus parallelepipedus*，*Undispirifer subgregaris* 等；珊瑚：*Cyathopyllum*，*Dohmophyllum* 等。

b. 卧驼山组(D_2w)：主要由碎屑岩、火山碎屑岩组成。厚度 531 米。

③ 上泥盆统西屏山组(D_3x)

岩性下部由碎屑岩夹薄层石灰岩组成，上部由中基性火山岩夹碎屑岩及碳酸盐岩组成。与下伏地层卧驼山组为整合接触。厚度 1960 米。产珊瑚类：*Disphyllum irregulare*，*Hexagonaria schuaherti*，*Sinodisphyllum* 等。

(2) 石炭系(C)

分布较广，南北均有出露。但南北地层差异很大。北部上、中、下三统均有出露，即上石炭统干泉群、中石炭统石板山组及下石炭统。南部只有上石炭统阿木山组。现分述如下。

北部石炭系：

① 下石炭统(C_1)

分布在苏古诺尔附近。岩性下部为灰、灰紫色流纹岩，上部为细粒石英砂岩、粉砂岩及泥质粉砂岩夹硅质板岩、砾岩。厚度大于 2380 米。产腕足类化石：*Pseudosyrinx* sp.，*Spirifer* sp.，*Schizophoria* sp.、*Syringothyris* sp.。

② 中石炭统石板山组(C_2s)

分布于居延海、苏古诺尔一线。岩性下部主要为一套中酸性火山岩，上部以碎屑岩为主

夹碳酸盐岩透镜体和极少量火山岩。与上石炭统为假整合接触。总厚度大于 2820 米。产腕足类：*Chonetes* cf. *latesinuata*，*Hustedia* sp. 等；珊瑚：*Protomichelinia* sp.；植物：*Angaropteridium* sp.，*Cardioneura* sp. 等。

③ 上石炭统干泉群（C_3gn）

分布在拐子湖和居延海一带。岩性下部以黄褐色厚层砾岩为主，厚度大于 1820 米，上部为一套中酸性火山岩，厚度大于 919 米。产腕足类：*Uncinunellina wangenhimi*，*Martinia* cf. *semiglobosa*。

南部石炭系：

上石炭统阿木山组（C_3a）

主要分布于因格井一带。岩性主要由板岩、千枚状板岩、千枚岩、石灰岩、粉砂岩、砂岩夹火山岩组成。顶底被断层所切，厚度大于 1351 米，有两个䗴科化石带，即麦䗴 *Triticites* 带和假希氏䗴 *Pseudoschwagerina* 带。

（3）二叠系（P）

分布较广，南北均有出露。北部二叠系划分为下二叠统早期埋汗哈达组、晚期阿其德海尔罕组及上二叠统。南部划分为下二叠统哲斯组和上二叠统。

北部二叠系：

① 下二叠统（P_1）

主要分布在乌哈西北、埋汗哈达、额成黑及阿其德海尔罕和八道桥等地。

a. 埋汗哈达组（P_1m）：岩性为碎屑岩与碳酸盐岩互层。主要由三层砾岩、三层石灰岩夹含砾灰岩、砂岩、泥灰岩和油页岩组成，明显构成三个韵律层。在埋汗哈达地区，顶部分布有长约 3400 米、厚度一般为 10～20 厘米、最厚达 50 厘米的油页岩。顶板为浅黄色薄层状白云质灰岩，底板为灰绿色中细粒长石质硬砂岩。油页岩为浅棕褐色，纸片状，质细腻，具弹性，可燃，有沥青味，污手。采 6 个样品分析，焦油含量为 0.6～0.9%。其底与上石炭统不整合接触，与阿其德海尔罕组呈整合接触。厚度 1020～1131 米。产腕足类：*Liosotella spitzbergiana*，*Dielasma mongolicum*，*Squamularia waageni* 等。

b. 阿其德海尔罕组（P_1a）：岩性下部为深绿色长石质硬砂岩、钙质砂岩夹火山岩，上部为暗绿色火山岩夹长石质硬砂岩及薄层石灰岩。厚度 1621～2662 米。产腕足类：*Linoproductus* cf. *sinensis*，*Stenoscisma muoabrilis*，*Anidanthus irregulatur*，*Uncinunellina* sp. 等。

② 上二叠统（P_2）

主要分布在雅干、拐子湖一带。岩性下部由碎屑岩、碳酸盐岩及酸性火山岩组成，厚度 731～852 米。上部主要为碎屑岩夹少量薄层石灰岩，厚度 2285 米。岩层底部未见出露，其上与上三叠统不整合接触。产腕足类：*Waagenoconcha* sp.，*Spiriferella* sp.，*Streptorhynchus* ? sp. 等。

南部二叠系：

① 下二叠统哲斯组（P_1z）

主要分布于因格井一带。岩性主要由暗绿色厚层砾岩、薄—中厚层含砾粗粒长石砂岩、及石灰岩组成。总厚度大于 1681 米。产腕足类：*Spiriferella saranae*（*Verneuil*），*Stenoscisma purdoni*（*Davidson*），*Marginifera* cf. *morrisi* chao 等。

② 上二叠统（P_2）

分布于拐子湖和因格井一带。岩性主要为褐红色酸—中酸性火山碎屑岩。厚度 754 ~ 3018 米。与下二叠统哲斯组为假整合或角度不整合接触。

4. 中生界

(1) 三叠系 (T)

三叠系不发育、仅见上统，分布在北部拐子湖一带。岩性下部由紫红色砾岩、含砾钙质长石质硬砂岩及灰黄色细粒硬砂岩组成，上部主要由灰紫色细砾岩、钙质长石硬砂岩与灰绿色含砾钙质硬砂岩组成。厚度 1975 米。其底不整合于下志留统和上二叠统之上。产植物化石 *Neocalamites* ? sp.。

(2) 侏罗系 (J)

分布较广，为一套内陆河湖相沉积。

① 中下侏罗统龙凤山群 ($J_{1-2}ln$)

分布在北部大狐狸山西南。为一套含煤建造。岩性下部为灰黑色炭质页岩、黄绿色含砾硬砂岩夹煤层；上部为黄褐色、灰绿色厚层状砾岩、含砾硬砂岩夹炭质页岩及煤线。厚度大于 381 米。产植物化石：*Coniopteris hymenophylloides*，*Sphenobaiera longifolia*。

② 中侏罗统 (J_2)

分布于南部雅布赖和因格井一带。岩性下部为灰褐色砾岩、含砾长石砂岩夹灰绿色粉砂岩、泥岩，厚度 476 米。上部灰绿色钙质泥质粉砂岩、泥岩与灰绿色砾岩、砂岩互层，偶夹不稳定煤线，厚度 230 米。其上与上侏罗统不整合接触。产植物化石：*Coniopteris burejensis* (zalessky)，*cladophlebis haiburensis* 等。

③ 上侏罗统赤金堡组 (J_3c)

广泛分布于北部居延海和索果淖尔一带，南部仅在雅布赖零星出露。在湖盆边缘，为山麓洪积相沉积，岩性以巨砾岩及粗砾岩为主，其厚度可达 2419 米以上。在湖盆内部为湖泊相，岩性主要为灰黄、灰绿色粉砂岩、粉砂质泥岩，暗色泥岩夹暗紫红色硬砂岩、泥灰岩和砾岩，地层厚度一般较小，为 385 米。产昆虫类：*Ephemeropsis trisetalis*；植物：*Ginkgoites sibiricus*，*Podozamites lanceolatus* 等化石。

(3) 白垩系 (K)

分布于雅干、拐子湖、拐子湖南和因格井等地。划分为下白垩统和上白垩统。前人因缺乏化石依据，将其划分为晚第三纪。

① 下白垩统 (K_1)

岩性主要由棕红色泥质粉砂岩、红褐色细粒长石质硬砂岩、黄褐色中粒钙质砂岩、含砾长石砂岩及砾岩组成。在拐子湖一带的砾岩，砂岩中夹有炭质页岩。北部厚度 235 ~ 349 米，南部厚度为 2365 米。产介形类：*Lycopterocypris infantilis* Lübimova，*Darwinula contracta*；*Mandelstamia*；腹足类：*Bithynia* sp. *Planorbis* sp.，叶肢介类：*Yanjiestheria* sp.；瓣鳃类：*Corbicula* (*Mesocorbicula*)，*Sphaerium jeholense* 等。

② 上白垩统 (K_2)

主要分布于拐子湖、拐子湖南和因格井一带。岩性主要由泥岩、砂质泥岩、泥质砂岩、砾岩等组成，局部夹有石膏薄层。缺失第三系，被第四系不整合覆盖，其底与下白垩统为平行不整合或不整合接触。厚度为 212 米。产古脊椎动物化石，爬行类：*Protoceratops*，*Ceratopsidae*，*Sauropda* ? 等。

5. 新生界

巴丹吉林沙漠新生界不发育，缺失第三系，第四系一般为近代风成沙丘、湖积粘土质砂土。厚度大于180米。

(四)构造

巴丹吉林沙漠位于中朝准地台阿拉善台隆与内蒙—大兴安岭褶皱系内蒙优地槽褶皱带上。北部属优地槽褶皱区，地层发育较全，沉积厚度大，构造活动、岩浆活动剧烈，构造线以近东西方向为主。南部属地台区，由于长期隆起，地层缺失较多，构造运动相对较弱。两者之间以近东西方向的阿拉善北缘深断裂为界。现分述如下：

1. 北部内蒙优地槽褶皱区

根据地面资料和航磁成果，北部加里东期为它的前期旋回，华力西期为其主旋回。华力西中晚期，构造运动和岩浆活动最为强烈，使震旦系、下古生界、泥盆系、石炭系产生强烈的褶皱、断裂，造成石炭系与二叠系之间的角度不整合。使在加里东旋回形成的东西向构造在华力西中晚期更加活动。早二叠世末结束地槽沉积。早二叠世为浅海碎屑岩和碳酸盐岩沉积，产油页岩，有机质丰富，为北部重要的可能生油层之一。晚二叠世以后，结束了海相沉积，进入了一个以陆相沉积为主的新的发展时期。

印支期北部大面积隆起，早中三叠世地层缺失，晚三叠世时，在拐子湖附近产生断陷，沉积了湖泊相砂泥岩建造。

燕山运动使北部进入了一个以陆相湖盆沉积为主的发展阶段。此时，东西向构造进一步活动，形成了一系列近东西向的断陷和隆起，断陷中发育了山麓洪积相和河湖相沉积，在湖盆发育的全盛时期，北部出现大面积的半深湖—深湖相沉积，发育了以黑色、灰黑色泥岩和页岩为主的地层，生物发育，有机质丰富，可能是北部生油层之一。燕山运动末期地壳上升，本区处于隆起状态，使中生代地层形成平缓的褶皱。

喜山运动期北部仍然处于上升隆起状态，未接受第三纪沉积，第四纪沙丘、盐沼和河流相沉积较发育。

在40°10′以北的沙漠覆盖区，根据航磁成果认为是一个呈近东西向展布的、多边形的中新生代沉积盆地。从图5－7－2判断，磁性体多呈北东向和东西向的块状和条带状分布。磁性体埋深不大，一般埋深300～700米，最深为1000米。在这个地区还发育有8条较大的断层，其中南北向的2条、北东向的4条、东西向的2条。一般断层长70～80公里，多与地面露头相连。前人认为弱水沿断裂发育，但据航磁成果，此断裂并不存在。

2. 南部阿拉善台隆

中朝准地台阿拉善台隆的北缘以阿拉善北缘深断裂与内蒙优地槽褶皱带分界，西与塔里木地台相连，西北与北山优地槽褶皱带相邻。它与北部优地槽褶皱区有着迥然不同的地质发展史。地台基底由元古界阿拉善群组成。自吕梁运动以来，是一个长期隆起的地区，缺失震旦系和下古生界，上石炭统阿木山组直接覆盖在阿拉善群之上。在燕山运动的影响下，南部产生断陷，沉积了侏罗系、白垩系河湖相地层，可能发育有生油层。喜山运动使南部上升隆起，缺失第三纪沉积，第四纪小型盐湖发育，沙丘、沙山占据大面积。

3. 阿拉善北缘深断裂

位于内蒙优地槽褶皱带与南部阿拉善台隆之间。据黄汲清的分类，属古老的断裂体系，可能为超岩石圈断裂，元古代和古生代强烈活动，具压性和压剪性。该断裂在全区起着极其重要的作用，控制着沉积、构造的发展，使南北地层、构造特征差异很大。

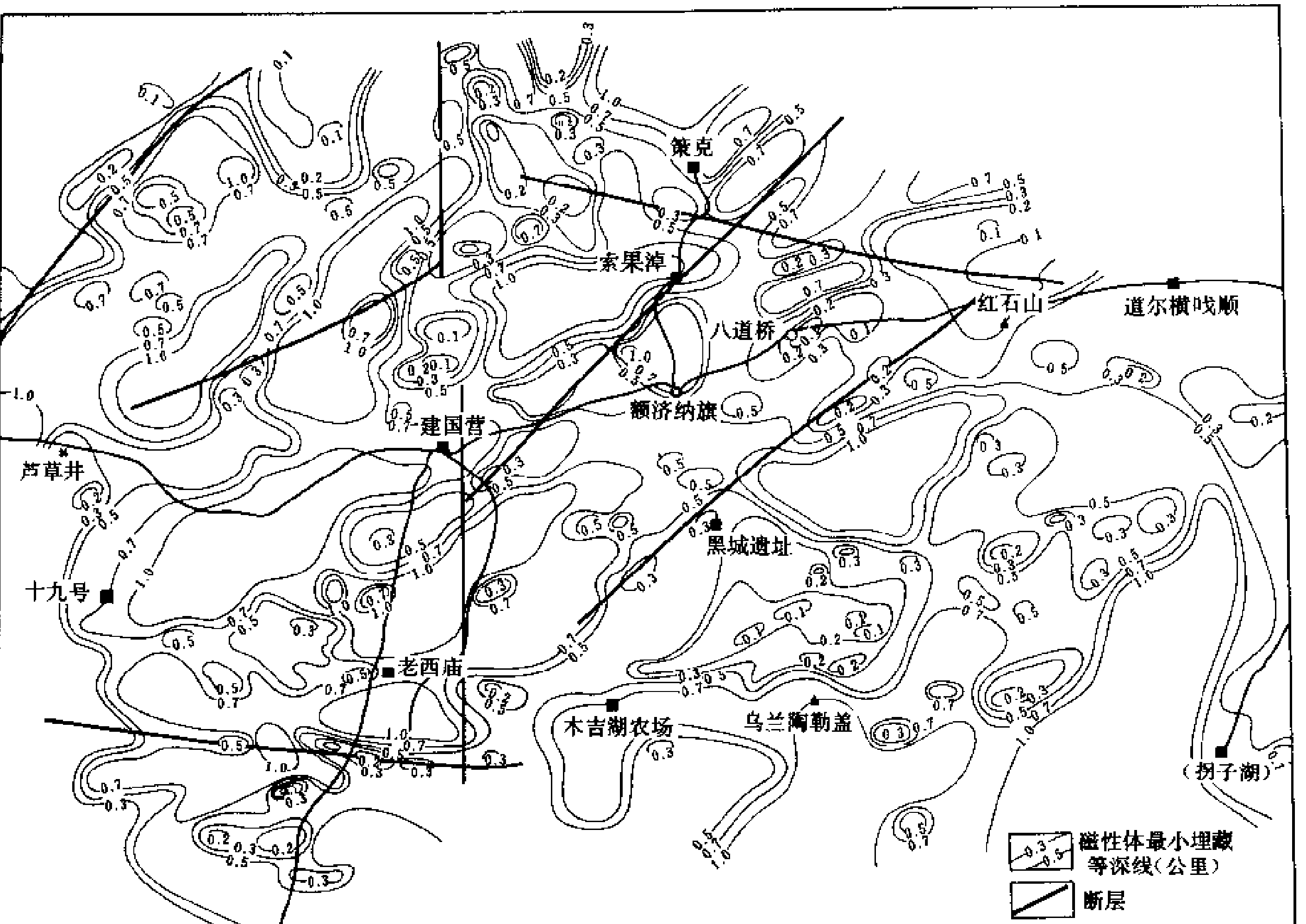


图 5－7－2　内蒙古额济纳旗地区航磁成果综合图
（据地质矿产部航空物探大队 905 队资料）

(五)找油远景评述及油气资源预测

1. 找油远景评述

根据地面的零星资料及航磁成果，作粗略的评述。

(1) 生油条件

巴丹吉林沙漠生油层主要为下二叠统和上侏罗统—下白垩统。这两套地层在沙漠边缘露头见到油页岩、灰黑色泥岩、页岩。推测在沙漠内部也应有该地层的分布。

(2) 储集条件

巴丹吉林沙漠储集条件有以下特点：

① 侏罗系、白垩系有一定储集条件于侏罗系、白垩系的地面露头中不乏见到砂、砾岩层。在沙漠内部隆起的边缘，推测也应发育洪积、河流相等沉积，是较有利的储集层发育带。

② 前侏罗系也发育有储集层

据露头资料，前侏罗系也发育有一定的砂、砾岩层，其物性可能较差。但其中的变质岩虽然本身的渗透能力和储集空间较差，可由于受构造运动的影响，裂隙较发育，在一定条件下也可能成为储集层。

总之，巴丹吉林沙漠在地面露头见有生油层和储集层，沙漠面积较大。因此，是一个有含油(气)远景的地区。但不同的地区其含油气远景不同。根据南北各自的石油地质条件分析，可将巴丹吉林沙漠划分为两类含油气区。

(1) 一类含油气区：

北部内蒙优地槽褶皱区具有二套可能生油层，下二叠统为海相沉积生油层，推测在沙漠内部分布面积可能很广。侏罗系、白垩系为内陆河湖相沉积，沉积总厚度可达 4492 米，可能发育有生油层。

(2) 二类含油气区：

南部阿拉善台隆由于长期隆起，只发育有侏罗系、白垩系可能生油层。侏罗系、白垩系沉积厚达 3296 米。

2. 油气资源量预测

巴丹吉林沙漠区尚是一个油气勘探上的空白区，缺少进行油气资源量计算的某些重要参数，因此，只能采用沉积岩体积法估算。

(1) 参数的选择

盆地面积、沉积岩厚度选取见表 5－7－3，考虑了巴丹吉林沙漠可能的生油层和目的层为下二叠统和侏罗系、白垩系，故只取其平均地层厚度。

表 5－7－3 资源量计算数据表

参数 / 地区	面积 S (km^2)	沉积岩厚度 h (km)	沉积岩体积 V (km^3)
北部	30000	2.246	67380
南部	30000	1.648	49440

(2) 公式

$$Q = aV$$

式中 Q—沉积盆地油气资源量，吨；V—沉积盆地沉积岩体积，立方公里；a—储量密度参数。

(3) 计算结果

$Q_{北}$ = 2.9 亿吨（盆地北部）

$Q_{南}$ = 2.1 亿吨（盆地南部）

预测巴丹吉林沙漠总资源量约 5 亿吨。

二、马鬃山诸盆地

(一) 概况

马鬃山诸盆地位于甘肃省西北部和内蒙古自治区西部，属甘肃省酒泉地区和内蒙古自治区额济纳旗管辖。地理位置为东经 95 °00 ′～ 100 °00 ′，北纬 40 °20 ′～ 42 °40 ′。由中口子—黑帐房盆地、黑鹰山盆地、公婆泉盆地、石板井盆地、骆驼泉盆地、扎格高脑盆地和南泡子泉盆地组成。总面积约21994 平方公里（具体位置参见图 5－7－3）。

区内属北山山系，呈东西向展布，马鬃山为其主峰，海拔 2583 米，一般海拔在 2000 米左右。相对高差在 100 ～ 200 米之间，大部属中、低山与残丘，山间为戈壁滩。

全区属温带干旱气候。干旱少雨，冬季寒冷，夏季炎热，蒸发量大，多大风。年平均气温 3.9 ℃，1 月份零下 11.9 ℃，7 月份 19 ℃。年降水量只有 76 毫米，而蒸发量高达 3300 多毫米。大风与沙暴日数较多，全年 8 级以上大风有 60 多天，沙暴日数 30 多天。

全区水源奇缺，无河流、只有零星泉水分布，植被较差。

区内人烟稀少，居民有汉、蒙、回、藏等民族，以畜牧业为主。

(二) 勘探历程

马鬃山诸盆地的勘探历程大体上可分为三个阶段。

第一阶段：1892 ～ 1952 年。此时期主要有一些国内外地质学家进行了一些路线地质调查，但可供参考的地质文献不多，现就所获得的资料予以简述。

1898 ～ 1899 年，德国人芬脱拉由兰州经酒泉到马鬃山作路线地质调查、著有《横穿亚洲》一书，书中把明水以南分为五条山带。

1938 年孙健初、萨敦、维拉曾由兰州到本区红柳园作路线地质调查。著有“甘、青两省石油地质调查报告”一文，并测有 1:20 万路线地质图，将出露于敦煌一带的变质岩命名为敦煌系，并提出马鬃山也有深变质岩存在。

第二阶段：1953 ～ 1959 年。此时期为石油勘探的高峰期。对马鬃山区地层、构造、中新生代沉积盆地的分布及含油气情况作了普查。并进行了浅井钻探。

1953 年，玉门矿务局第五届石油勘探会议决定，开展酒泉盆地以北地区的石油地质普查。1954 年，玉门矿务局酒泉地质大队组织 I－101、102 和 302 联合普查队，对合黎山、马鬃山区东部进行 1:50 万地质和重磁力普查。经过半年多的工作，著有“甘肃酒泉居延海间地质合黎山马鬃山重力磁力普查报告”，首次对本区的石油地质条件作了较为系统的研究，但工作多集中于中口子—黑帐房盆地，主要认识有：(1) 马鬃山区出露地层从老到新有敦煌系、南山系、石炭系下统、中统、侏罗系、白垩系下统、第三系和第四系。全区前侏罗系变质很深。(2) 马鬃山区在构造上属地台区，属于阿拉善地块之西部边缘地带，根据其特征命名为马鬃山地台。(3) 马鬃山中口子地区侏罗系、白垩系沉积厚度 2500 米左右，有生油层

和储集层。(4) 1954 年 9 月 8 日该队第二组在马鬃山区中口子附近下侏罗统地层中发现沥青油苗，沥青能燃烧，经分析含焦油 600 ppm 。(5) 马鬃山除有中口子一黑帐房中新生代沉积盆地外，还有扎格高脑、公婆泉等盆地，都有进一步工作的必要。

同年，赵铭渠、黄桂生等人又前往中口子复查沥青油苗，发现该处下侏罗统顶部砂岩裂隙中含很多沥青脉，在该处附近下侏罗统石灰岩晶洞中也含有沥青。认为马鬃山区生油层应为侏罗系。

1955 年，玉门矿务局酒泉地质大队 I — 103 队，根据 1954 年联合队之工作成果，在中口子—黑帐房盆地进行 1 ∶50 万的地质详查工作，写有“马鬃山中口子盆地地质详查初步总结报告”，主要认识有：(1) 侏罗系地层为泻湖相沉积，分为 J_1、J_2、J_3 三层，J_1 与 J_2 之间有沉积间断，J_3 中多处见沥青脉，侏罗系厚达 3000 ～ 4000 米。(2) 又发现沥青脉多处，在油砂山探槽中发现潜水面以下有粘性沥青。认为白垩系厚 500 米，页岩中也有油迹显示。(3) 通过分析，认为中口子沥青不是煤之衍生物，沥青与石油有关，是地下原油沿断裂上升至地面，经氧化而成的。(4) 侏罗系储集层物性不好，但裂隙较发育，侏罗系与白垩系为不整合接触，很可能形成地层不整合油藏，并建议在中口子油砂山地区进行浅井钻探。

在 I — 103 队详查中口子—黑帐房盆地的同时，又派出了 I — 102 队在马鬃山西部进行石油地质普查。写有“马鬃山公婆泉明水间地质普查初步总结报告”，认为：(1) 马鬃山区西部有着与东部相似的地质条件，发育的地层基本相同，同属马鬃山地台。(2) 马鬃山西部发育有大量的火山岩、变质岩。中生代沉积盆地分布零星，没有发现油气显示，认为马鬃山区西部含油气远景不大，没有必要进一步开展工作。(3) 建议开展塔里木盆地的石油普查工作。

1955 年，祁连山地质队在马莲井—公婆泉一带进行调查，编制了这一带的地质图。

根据 I — 103 队的普查成果，1956 年，玉门矿务局决定在中口子—黑帐房盆地的油砂山地区进行浅井钻探。先后钻探中 4 井、中 3 井和中 2 井，累计进尺 1134.13 米，取芯 23.82 米，岩芯收获率 19.94% 。完井后，进行了试油。写有“马鬃山中口子盆地钻探总结报告”，主要结论有：(1) 侏罗系为陆相沉积，厚达 2800 米，有大量有机物存在，黄铁矿广泛发育，具有生油条件，但缺乏储集层。(2) 区域地层强烈褶皱，岩石致密坚硬，侏罗系也有轻微变质现象，油气保存条件差，即使过去有油气生成，但已逐步散失。(3) 井中沥青从地面向地下逐渐减少。沥青分布与岩相、节理有关，含沥青砂岩为一透镜体，在中 4 井最厚。(4) 中口子地区的沥青为油气散失后的产物，故为无开采价值的油藏。

由于钻探的失利，暂时中断了对该区的石油地质普查。

1956 年，新疆地质局综合研究队前寒武系组在本区详细研究了震旦系和下古生界，并写有“甘肃新疆交界北山地区震旦系和下古生界及古生物群的认识”一文。

1957 年，甘肃省祁连山地质队，在马鬃山区进行大面积普查，编制了 1 ∶20 万地质草图，并编写有“北山锅底坑—石板井间地质报告”。

1958 年，中国科学院北山队在本区进行普查，编有 1 ∶20 万北山区区域线路地质图，并写有“北山地质初步总结报告”。

1959 年，甘肃省地质局公婆泉地质队在马鬃山区进行普查。编有 1 ∶20 万、1 ∶10 万、1 ∶5 万地质图，并写有“马鬃山南北地区综合普查报告”。

1959 年，玉门石油管理局勘探公司地质大队，认为虽然在马鬃山发现沥青油苗多处，但无论在地面详查过程中和钻探完毕之后，对于沥青成因和地层岩相及构造的相互关系探讨

均不够深入，裂缝储油的可能性很大。认为对本区有进行重点复查的必要。因此，组成103队，经过一年的工作，编写了"马鬃山东部地质普查总结报告"，得到以下认识。(1)马鬃山有侏罗系、白垩系二套生油层。(2)白垩系中下部炭质页岩中有荧光显示，在砂岩中见沥青斑点。中上部发育有厚15米左右的油页岩，经分析含油1%～6%。油页岩具露天开采条件，估算远景储量1100万吨。白垩系地层产状平缓，无良好构造圈闭条件，但有可能形成岩性圈闭油藏。(3)沥青可能是侏罗纪形成的油藏经构造运动遭到破坏、油气散失后经氧化形成的。(4)指出马鬃山诸盆地除中口子—黑帐房盆地具有含油气远景外，其余盆地已失去勘探价值，建议开采马鬃山油页岩资源。

第三阶段：1960年～目前。此阶段甘肃省地质局、中国科学院兰州地质研究所、地质部西北地质科学研究所、地质部华北地质科学研究所、新疆地质局、地质部航空物探大队等单位对本区的地层、构造、岩浆岩、成矿规律等作了大量细致的工作，对全区的区域地质特征有了较全面的认识。

1958年～1960年，由甘肃省地质局区测队实测、由地质部地质研究所于1964年出版的玉门幅(K—47)1：100万地质图及矿产说明书，较全面地叙述了区内地层、构造及矿产。

1963年，西北地质研究所第三研究室对北山西部二叠系进行了详细的研究，并撰写了"北山西部的二叠纪地层"一文。

自1965年起，甘肃省地质局第一、第二区测队，逐步开展了本区1：20万区域地质和矿产普查工作，对马鬃山区的地层、构造、成矿规律作了细致的工作，取得了较为系统的研究成果，著有各幅区域地质测量报告并编有1：20万地质图。

(三)地层

马鬃山区地层发育较全，出露地层有元古界震旦系、下古生界、上古生界、二叠系、中下侏罗统、上侏罗—下白垩统、上第三系上新统、第四系(见表5—7—4、图5—7—3)。

1. 元古界(Z)

元古界自下而上划分为白湖群、平头山群、大豁落山群。

(1)中元古界白湖群(Pt_2bn)

主要分布在白湖、平头山、泽鲁木至大豁落山、黑大山、黄山、梧桐井一带。岩性下部为石英岩、云母石英片岩夹大理岩、变粒岩，厚度1156米，底部出露不全。中部为千枚岩、砂岩、粉砂岩互层夹砂质板岩、片岩，厚度为3107米。上部为大理岩、片麻岩、浅粒岩夹片岩，厚度大于666米。总厚度大于4929米。和中统平头山群呈平行不整合接触。

(2)中元古界平头山群(Pt_2pn)

主要分布在平头山、大豁落山、营毛沱山及泽鲁山至双鹰山、黑大山、黄山一带。岩性下部为深灰、灰色厚层状白云质大理岩夹角砾状灰岩，厚度1341米。中下部为灰白色石英砂岩、白云质灰岩、泥质板岩、钙质页岩、千枚岩。厚度为2019米。与上统接触关系不清。产叠层石：*Conophyton lituus* (Maslov)，*Conophyton garganicus* (Korolyuk)，*Collenia* sp.，*Collenia Chihsienensis* Kaoet Hsiung，*Baicalia* sp.，*Colonnella* sp.，*Conophyton metula*。

(3)上元古界大豁落山群(Pt_3dh)

主要分布在大豁落山北部。岩性为灰白色、灰色中厚层含燧石条带白云质大理岩、白云岩。产叠层石：*Boxonia grumulosa*，*Baicalia baicalica*，总厚度大于3241米。

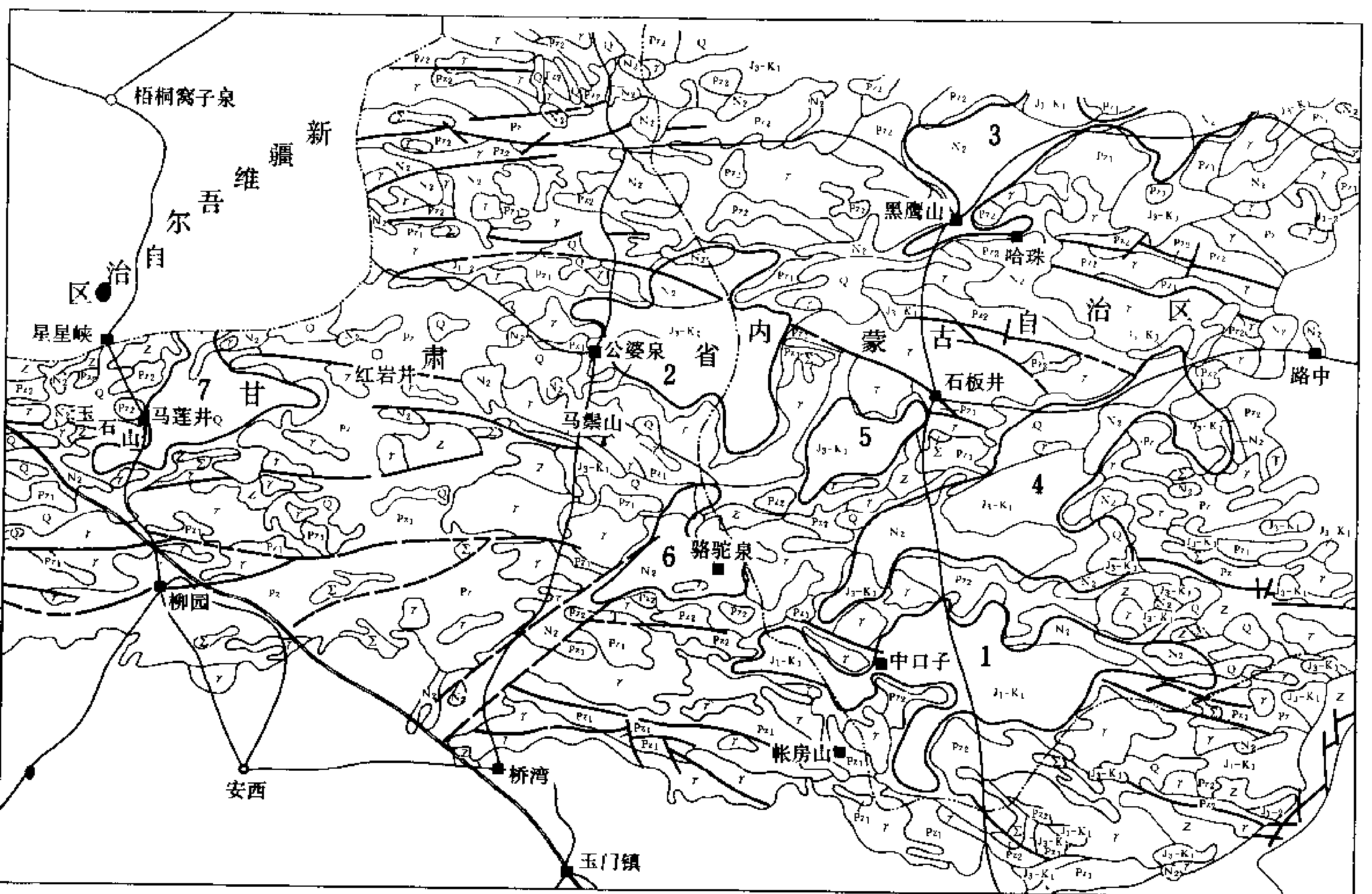


图5-7-3 马鬃山诸盆地地质图

（据甘肃省百万分之一地质图简化）

1—中口子—黑帐房盆地；2—公婆泉盆地；3—黑鹰山盆地；4—扎格高脑盆地；5—石板井盆地；6—骆驼泉盆地；7—南泡子泉盆地。

表5－7－4　马鬃山诸盆地地层系统表

界	系	统	群或组	代号	厚度(m)	接触关系
新生界	第四系			Q	>50	
	上第三系	上新统	苦泉组	N_2k	95	
中生界	下白垩—上侏罗		新民堡群—赤金堡组	K_1xn—J_3c	893	
	侏罗系	中下统	龙凤山群	$J_{1-2}ln$	2770 ～ 4748	
	三叠系	上统	延长群	T_3yn	752	
		中下统		T_{1-2}	>1904	
上古生界	二叠系	上统		P_2	2517 ～ 3637	
		下统	哲斯组	P_1z	3702	
	石炭系	上统	干泉群	C_3gn	4850	
		中统	石板山群	C_2sh	2200	
		下统	白山组 / 红柳园组	C_1b / C_1h	3000－4000 / 6930	
			绿条山组	C_1L	>1924	
	泥盆系	上统	墩墩山群	D_3dn	1590	
		中统	圆锥山组	D_2y	>1823	?
			红尖山组	D_2h	>1284	
		下统		D_1	1400	
下古生界	志留系	中上统	公婆泉群	$S_{2-3}gn$	>1063	
		下统	黑尖山组	S_1h	>418	
	奥陶系	上统	锡林柯博组	O_3x	802	
		中统	横峦山群	O_2hn	>596	
		中下统	砂井群	$O_{1-2}sh$	>2359	
	寒武系	中上统	西双鹰山群	$€_{2-3}xs$	>48	
		下统	双鹰山组	$€_1s$	>813	
元古界 上			大豁落山群	Pt_3dh	>3241	
元古界 中			平头山群	Pt_2pn	>3360	
			白湖群	Pt_2bh	>4929	

2. 下古生界

(1) 寒武系 (€)

寒武系划分为下统双鹰山组和中上统西双鹰山群。

① 下统双鹰山组 ($€_1s$)

主要分布在大豁落山、泽鲁木，砂井、双鹰山、梧桐井一带。岩性下部为杂色钙质页岩、炭质页岩、石灰岩；厚度 768 米。中部为硅质白云岩、石灰岩夹硅质岩薄层，厚度 20 米上部为硅质岩、泥灰岩互层，厚度 25 米。总厚度大于 813 米。与下伏震旦系平头山群呈平行不整合或角度不整合接触。产三叶虫：*Bergeroniellus* sp.，*Pagetia* sp.，*Erbia* aff. *granulosa Lermontova*，E. *Sibirica* (Schmidt)，*Serrodiscus* sp.，*Kootenia* sp.。

② 中上统西双鹰山群 ($€_{2-3}xs$)

分布与下统双鹰山组基本相同。岩性主要为黑色薄层硅质岩与深灰色结晶灰岩互层。厚度大于 48 米。与下统双鹰山组为整合接触。产三叶虫：*Cyclolorenzella* sp.，*charchagia* cf. *curvata* Troedsson，*Glyptagnostus reticulatus* (Angelin)。

(2) 奥陶系 (O)

奥陶系上、中、下三统均有出露，即中下统砂井群、中统横峦山群、上统锡林柯博组。

① 中下统砂井群 ($O_{1-2}sh$)

主要分布在砂井、破城山北、黑大山和反帝山东北一带。岩性下部为长石石英砂岩、细粒长石砂岩、粉砂岩、含砾粗粒石英长石砂岩夹千枚岩、页岩和砂质灰岩；上部为硅质板岩、粉砂质板岩、中粒石英砂岩夹粉砂岩和石灰岩薄层。厚度大于 2359 米。与中上寒武统呈整合或平行不整合接触。产笔石：*Didymograptus* sp.，*Trigonograptus* sp.，*Phyllograptus* sp.，*Climacograptus* sp.，*Glyptograptus* sp.。

② 中统横峦山群 (O_2hn)

主要分布在横峦山一带。岩性主要由安山质晶屑岩屑凝灰岩和安山质含角砾晶屑凝灰岩组成。厚度大于 596 米。与上统呈整合接触。产珊瑚化石：*Amssasia* sp.，*Lichenaria* sp. 等。

③ 上统锡林柯博组 (O_3x)

主要分布于大豁落山西、双鹰山、西双鹰山、锡林柯博、泽鲁木等地。岩性下部为泥灰岩、硅质岩夹绿色砂岩透镜体，上部为灰绿、绿色碎屑岩。厚度 802 米。产三叶虫化石：*Hammatocnemis* sp.，*Nankinolithus* sp.；头足类：*Michelinoceras* sp.；笔石：*Amplexograptus* sp. 等。

(3) 志留系 (S)

志留系划分为下统黑尖山组、中上统公婆泉群。

① 下统黑尖山组 (S_1h)

主要分布在黑尖山、白云山一带。岩性主要由炭质、硅质板岩，石英岩，硅质岩，砂岩、粉砂岩组成。厚度大于 418 米。与上下接触关系不清。产笔石：*Demirastrites* sp.，*Rastrites* sp.，*Streptograptus* sp. 等。

② 中上统公婆泉群 ($S_{2-3}gn$)

主要分布在公婆泉、勒巴泉西北、双井子以南、石板井北部、同昌口至营毛沱山、玉石山一带。岩性主要为安山玢岩，中基性凝灰岩、流纹斑岩、流纹斑岩质角砾熔岩、流纹斑岩结晶碎屑凝灰熔岩，夹生物灰岩、条带状大理岩。厚度大于 1063 米。与中泥盆统呈平行不

整合接触。产珊瑚化石：*Stelliporella abnormis*（C. M. yü）、*Multisolenia tortuosa* Fritz，*Favosites forbesi* sub sp.，*Heliolites Compactus* yü，*Halysites* cf. *elongatus*（C. M. yü）。?

3. 上古生界

(1) 泥盆系(D)

泥盆系划分为下统，中统下部红尖山组、上部圆锥山组和上统墩墩山群。

① 下统(D_1)

分布于清河沟北地区。岩性下部为灰黄、灰褐、杂色轻变质硬砂质长石砂岩夹石灰岩；上部为玄武岩、安山岩、英安岩夹长石石英砂岩、砾岩、石灰岩、硅质灰岩。总厚度1400米。产珊瑚化石：*Squameofavosites* aff. *fluvialis*，*Parastriatopora* aff. *grandissimus*，*yacutiopora* sp.，*Favosites* cf. *robustus* 等。

② 中统

A. 红尖山组(D_2h)

主要分布在红尖山、雀儿山一带。岩性主要为安山玄武岩、安山岩、英安岩夹安山质角砾凝灰熔岩、粉砂岩及石灰岩。厚度大于1284米。与上覆圆锥山组为整合(?)接触。产腕足类化石：*Paraspirifer gurjevskiensis*；珊瑚类：*Squameofavosites* aff. *divissimus*，*Thamnopora alta*。

B. 圆锥山组(D_2y)

分布在圆锥山、甜水井及雀儿山一带。岩性主要为英安岩与凝灰岩互层，夹角砾岩、泥灰岩。厚度大于1823米。与上统墩墩山群为不整合接触。产腕足类化石：*Stringocephalus* ? *Leptaenopyxis* bouei，*Wilsoniella grandis*；植物：*Protopteridium* sp.，*Lepidodendropsis arborescens*，*Taeniocrada* sp.。

③ 上统墩墩山群(D_3dn)

主要分布于墩墩山一带。岩性主要为褐红色流纹英安斑岩、石英角斑岩、流纹岩、安山岩及凝灰质砂岩等。厚度约1590米。产植物化石：*Psilophytopsida*。

(2) 石炭系(C)

石炭系十分发育，根据近年来的研究成果，将其划分为下统下部绿条山组、上部白山组/红柳园组、中统石板山群、上统干泉群。

① 下统

A. 绿条山组(C_1l)

主要分布于绿条山、断条山及甜水井等地。岩性下部以砂砾岩、砂岩为主，夹砾岩、大理岩及酸性火山岩；上部以千枚岩与板岩为主夹硅质岩，顶部有大理岩及基性火山岩。厚度大于1924米。与上覆白山组为断层接触。产腕足类化石：*Syringothyris* cf. *texta*，*S. altaica*，*vndaria* cf. *maaxensis*；瓣鳃类：*Aviculopecten Choniukouensis* 等。

B. 白山组(C_1b)

主要分布于白山、破城山、坡子泉小井等地。下部为中酸性火山岩夹火山碎屑岩及大理岩；上部为千枚岩及中酸性火山凝灰岩、熔岩夹石灰岩及铁矿层。厚度达3000～4000米。与上覆石板山群为不整合接触。下部产珊瑚类化石：*Thysanophyllum grabaui*－*Lithostrotion curvatum* 组合，上部产珊瑚：*Arachnolasma sinense*，*Neoclisiophyllum yengtzeense* 等。

C. 红柳园组(C_1h)

主要分布于红柳园、石板山、大奇山、苦水沟等地。岩性主要为海相火山岩、碎屑岩夹碳酸盐岩，总厚6930米。不整合于石板山群之下。产腕足类化石：*Gigantoproductus giganteus* 等，珊瑚类：*Thysanophyllum*，*Yuanophyllum*，*Aulina rotiformis* 等。

② 中统石板山群(C_2sh)

主要分布在下勒淘来、甜水井、芨芨台子一带。岩性下部为长石石英砂岩、粉砂岩、凝灰质砂岩、板岩、石灰岩夹酸性火山岩；上部为大理岩、石灰岩、硅质板岩、粉砂岩。厚度2200米。与干泉群未见接触。产植物化石：*Sphenopteris* cf. *adiantoides*，*Neuropteris gigantea*；珊瑚类：*Chaetetes penchiensis* 等；蜓科类：*Pseudostaffella*，*Profusulinella* 等。

③ 上统干泉群(C_3gn)

分布零星，仅出露于干泉一带。岩性下部为钙质粉砂岩、长石石英细砂岩、砾岩夹薄层石灰岩；上部为流纹岩、英安岩夹石灰岩及砂岩。厚约4850米。与中泥盆统为不整合接触。产腕足类化石：*Choristites Pavlovi*，*Ch. nikitini*，*Ch. Wynnei*、*Martinia incerta*；蜓类化石：*Quasifusulina* cf. *longissima* 等。

(3) 二叠系(P)

二叠系划分为下统哲斯组和上统。

① 下统哲斯组(P_1z)

主要分布于红柳峡、营毛沱、双井子、野马大泉、西沙婆泉东一带。分为南北两带。北带岩性下部以砂岩、页岩为主夹石灰岩；上部为砾岩、硬砂岩、砂岩夹石灰岩，厚约2813米。南带岩性下部为中酸性火山岩、凝灰岩、砾岩、砂岩、板岩夹石灰岩；上部为中基性火山岩、火山碎屑岩夹砂岩、页岩及石灰岩，厚约1176～3702米。与下石炭统和上二叠统为不整合接触。产腕足类化石：*Spiriferella keilhaviiformis*，*Spiriferelia salteri*，*Spiriferella subsaranae*，*Phricodothyris asiatica* 等。

② 上二叠统(P_2)

分布于孔雀泉、北山煤窑一带。也分为南北两带。北带岩性为砂岩、页岩和炭质页岩夹硅质灰岩。厚约3634米。南带下部为底砾岩、火山角砾岩、凝灰熔岩夹石灰岩、板岩，中上部为中酸性火山熔岩、流纹岩夹石英长石砂岩，厚2517米。产植物化石：*Iniopteris sibirica*，*Callipteris* cf. *zeilleri*，*Paracalamites*，*Glottophyllum cuneatum* 等。

4. 中生界

(1) 三叠系(T)

三叠系全区不发育，大部分地区缺失，划分为中下统和上统延长群。

① 中下统(T_{1-2})

主要分布于卡路山、孤山一带。岩性为紫红、灰绿色砾岩，含砾砂岩、砂岩夹泥灰岩。厚度大于1904米。与哲斯组不整合接触。

② 上统延长群(T_3yn)

主要分布于二断井、珊瑚井及格鲁玛井一带。岩性主要为紫红与灰绿色砾岩、砂岩、粉砂质页岩夹泥岩。厚约752米，未见顶底。产植物化石：*Danaeopsis fecunda* Halle.，*Bernoullia* ? *zeilleri*，*Neocalamites carrerei* (zeiller)。

(2) 侏罗系—白垩系(J—K)

广泛分布于中口子—黑帐房、黑鹰山、公婆泉、石板井、骆驼泉、扎格高脑等盆地内。根据化石组合、沉积建造和接触关系划分为中—下统龙凤山群和上侏罗—下白垩统。

① 中下侏罗统龙凤山群($J_{1-2}ln$)

岩性下部为褐绿色巨砾岩、粗砂岩夹炭质页岩、煤层；中部为灰绿色及土黄色砂岩夹页岩；上部为棕黄色、灰绿色、灰黑色泥岩、页岩夹粉砂岩、石灰岩。在顶部的砂岩裂隙中含沥青脉。厚度为2770～4748米。不整合于老地层之上，其上被上侏罗—下白垩统不整合覆盖。产植物化石：*Coniopteris hymenophylloides－Phoenicopsis speciosa* 组合。伴随有：*Baiera furcata*，*Phlebopteris* cf. *browniana*，*Czekanowskia Setacea* 等。

② 上侏罗—下白垩统(J_3-K_1)

岩性为灰绿、紫红色砂岩，粉砂岩，砾岩，暗色泥岩夹泥灰岩、油页岩，上部夹石膏层。厚度大于893米。与上覆地层上新统苦泉组呈不整合接触。下部产植物 *Ruffordia goepperti－Onychiopsis psilotoides* 组合；中上部产瓣鳃类：*Sphaerium Subplanum*，*Corbicula*(*Tetoria*)，*Argulella* cf. *sibirica*，*Nakamuranaia chingshanensis* 等；腹足类有：*Valvata*，*Probaicalia*，*P.Vitimensis*，*Bithynia*，*Bellamya*，*Viviparus*，*Tutuella* 等；介形虫类有：*Mongolianella .Lycopterocypris*，*Cypridea unicostata*，*C.* cf. *tugulensis*，*C. laevis*，*Timiriasevia* sp.，*Iiziphocypris simakovi* 等；叶肢介类：*Eosestheria middendorfii* (Jones)，*Bairdestheria* sp.；介形虫可与松辽平原的早白垩世伏龙泉及姚家组对比，光滑女星虫及吐谷鲁女星虫经南京古生物研究所鉴定，也见于新疆吐谷鲁群(K_1)。上述瓣鳃类、腹足类、叶肢介多属阜新组(K_1)重要分子，与“东河群”(J_3-K_1)可对比。故该地层上部至少包括有早白垩世的沉积，顶部有晚白垩世沉积的可能。各门类化石与酒泉盆地的赤金堡组和新民堡群可对比，并包括该两地层化石的总和。其时代鉴于国内对瓣鳃类尚有分歧。故暂归属为晚侏罗世—早白垩世为宜。

5. 新生界

全区新生界不发育，只出露有上第三系上新统苦泉组和第四系。

(1) 上第三系上新统苦泉组(N_2k)

分布范围与上侏罗—下白垩统的分布基本相同。岩性主要为橙红色粉砂质泥岩夹白色块状石灰岩扁豆体及砾岩、砂岩。其上被第四系砾岩不整合覆盖。厚度95米。产腹足类化石：*Pseudophysa* cf. *grabaui* (Yen)．*Bithynia* sp.，*Planorbis* sp.。

(2) 第四系

第四系分布较广。岩性多为松散砂砾层、砂质粘土、风成砂。厚度为80米。

(四) 构造发育简史

马鬃山诸盆地位于天山—兴安地槽褶皱区天山褶皱系北山优地槽褶皱带。是一些经过不同地质阶段发育起来的中新生代沉积盆地。

区内的构造研究始于1954年，玉门矿务局酒泉地质大队Ⅰ—101、102和302联合普查队，首次在本区开展工作。认为马鬃山区南与祁连山地槽北缘相连，东与阿拉善三角地块之西相接，北邻蒙古地轴，西邻天山地槽之东端。石炭纪以后隆升为一古陆，缺失二叠、三叠纪地层，具有地台特征，命名为“马鬃山地台”。1955年苏联专家B.M.西尼村在“中国大地构造的基本轮廓”一文中称本区为“中国陆台的一部分”。其后，谢家荣称为“北山地轴”，甘肃省地质局称为“北山准地块”等。但随着对区内构造的进一步研究，根据沉积岩厚度巨大，古生代构造、岩浆活动剧烈等特点，认为具有优地槽褶皱系的特征。

马鬃山诸盆地的地质构造演化，经历了盆地基底的形成、盆地发育二个阶段。

1. 盆地基底的形成阶段

在震旦纪、早古生代、泥盆纪、石炭纪、早二叠世北山优地槽沉积了厚达40000余米的海相碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩地层，早二叠世华力西运动使其褶皱回返，结束了地槽的生命。晚二叠世时南北发生沉积分异，南部属海陆交互相沉积，北部则发生断陷，发育了陆相火山岩及河湖相沉积。三叠纪时区内大部分地区降起，遭受剥蚀，仅在局部地区有沉积。从而使前侏罗纪地层构成了盆地基底。

2. 盆地发育阶段

燕山运动使马鬃山区进入了一个以陆相湖泊沉积为主的新的发展阶段。根据沉积特点，构造变动可将盆地发育划分为四个时期。

(1) 早中侏罗世盆地形成发展期：由于受早期燕山运动的影响，东西向构造进一步活动，沿此方向产生了一系列的断陷，在断陷处形成了众多的早中侏罗世沉积盆地。盆地形成初期，由于基底起伏不平，发育了以砾岩为主的山麓洪积相，以后渐变为湖相沉积，在部分地区还发育有沼泽相。中晚期，由于断裂的进一步活动，水体逐渐加深，在盆地中央的半深湖—深湖相中，发育了以灰黑色、黑色泥岩、页岩为主的沉积。其中以中口子—黑帐房、公婆泉盆地沉积厚度最大，可达4748米。在早、中侏罗世末，燕山运动早期使中下侏罗统产生强烈的褶皱和断裂。

(2) 晚侏罗世—早白垩世盆地发育期：燕山运动中期，东西向断裂进一步活动，此时，又产生两组新的断裂，一组为北西走向，另一组为北东走向。沉积盆地受这组X型断裂的控制，叠置在早中侏罗世盆地之上。盆地形成初期，为山麓洪积相沉积。中期，盆地整体下沉，在半深湖—深湖相中，沉积了灰黑色泥岩和油页岩。早白垩世末，盆地整体上升。此时，气候也由温暖潮湿转为干燥。

(3) 晚白垩世—晚第三纪中新世剥蚀期：燕山运动造成盆地上升，缺失上白垩统至上第三系中新统。

(4) 晚第三纪上新世、第四纪盆地萎缩期：晚第三纪上新世，受喜山运动影响，局部地区下沉，接受了很薄的上新统苦泉组沉积。第四纪时盆地全部上升，只在局部低洼地区发育了洪积、冲积等沉积物。

(五) 找油前景评述

马鬃山诸盆地的石油地质条件，既有其有利的一面，也有其不利的一面。

首先，自中生代以来，在燕山运动影响下，马鬃山区发生断陷，沉积了较厚的早、中侏罗世和晚侏罗世—早白垩世地层，在中口子—黑帐房和公婆泉盆地沉降最大，厚度可达5600米。在半深湖—深湖相中，沉积了灰黑色泥岩、页岩、油页岩夹黄铁矿结核，富含有机质，具有良好的生油环境，是盆地主要的生油层。在中、下侏罗统顶部砂岩裂隙中见脉状沥青，经分析，其中软沥青油质较好，沥青和胶质占54.8%，油质占45%。这说明马鬃山区有过油气生成过程。

全区还发育有两套储集层，其中上侏罗统—下白垩统储集层物性较好，厚层状粗、中粒石英砂岩广泛分布，孔隙度为6～9%；中、下侏罗统储集物性较差，胶结致密，孔隙度为2～5%，但裂隙发育。

在与马鬃山区相邻的蒙古人民共和国境内，有着与之相似的石油地质条件，在其东戈壁盆地的白垩纪地层中，发现了宗巴音、查干埃尔斯两个小油田。

但是，马鬃山也有着对找油不利的一面，全区除中口子一黑帐房盆地和公婆泉盆地中生代沉积厚度较大外，其余盆地沉积厚度均小于1700米，且为粗碎屑岩建造，无生油层，因此无勘探价值。

在早、中侏罗世地层沉积之后，燕山运动早期造成中、下侏罗统强烈褶皱和断裂，可能破坏了已形成的油藏，使油气散失。晚侏罗一早白垩世地层沉积之后，燕山运动中期使其褶皱抬升，遭受强烈剥蚀，且喜山运动表现不明显，第三系沉积很薄，这对油气保存不利。

总之，对马鬃山诸盆地虽然作过一些普查，但多注重地面资料，对地下的石油地质情况不十分清楚，由于勘探程度很低，故含油气远景不明(表5－7－5)。

表5－7－5　马鬃山诸盆地概况表

序号	盆地名称	面积 (km^2)	地层、厚度(m)					含油气情况
			$J_{1-2}ln$	J_3-K_1	N_2k	Q	总厚	
1	中口子一黑帐房	5312	>3955	>325	50	40	>4370	见沥青油苗
2	公婆泉	3456	4748	269	不详	15	5032	无
3	黑鹰山	1562	693	>893		80	1666	无
4	扎格高脑	7806		237	133	40	410	无
5	石板井	859		>210			>210	无
6	骆驼泉	1093	331	>486	>20	20	>857	无
7	南泡子泉	1906			>40	>65	>105	无

第八节　敦煌盆地

一、概况

敦煌盆地位于甘肃省西部安西一敦煌两县境内，东经92°14′～97°06′，北纬39°34′～41°00′之间。盆地范围东起马鬃山的西沟泉(又称西间泉子)，西至玉门关以西130余公里处，南抵火焰山和三危山，北达白墩子一带低山丘，盆地以狭长形轮廓作北东东向延伸，长400公里，宽60～90公里，位于甘肃省内的总面积为26000多平方公里(图5－8－1)。

盆地内地势南高北低，东南为三危山、乱山子；西南为低矮的丘陵地；西北为广阔无际的戈壁平滩。地面海拔一般在1200～1700米左右。发源于祁连山的疏勒河和党河从东端和南缘注入，进而潜入盆地，玉门关北有多处泉水，地下水源丰富。

本区属大陆性气候。夏季炎热、气温多在20℃以上。最高温度可达35℃以上。冬季寒冷，气候多在－10℃以下、最低温度可低于－28℃。全年多风，有“风库”之称。风力一般为3～4级。本区霜冻期不长，冻土不深，一般为几十厘米，植物生长期可达六个月以上，是甘肃省的主要农业区之一。

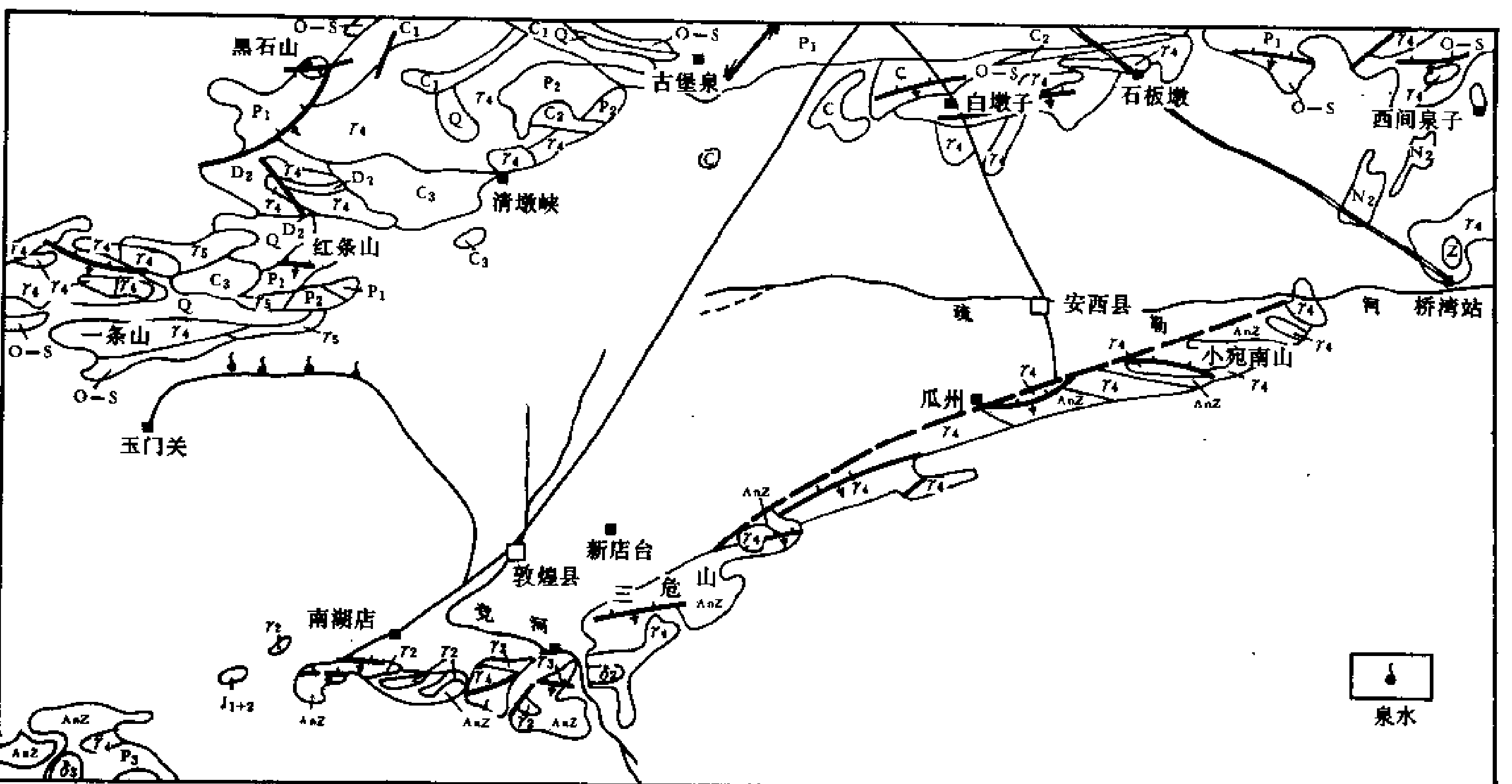


图 5－8－1 敦煌盆地地质图

（据甘肃省区测队所测 1：20 万地质图缩绘）

区内交通方便，除东北部有兰新铁路外，盆地内尚有安(西)敦(煌)公路和红(条山)敦(煌)公路贯穿南北，此外还有简易公路。

居民以汉族、回族为主，其次还有蒙、藏、哈萨克、维吾尔、东乡等族，为一多民族聚居的地区。区内人口分布极不均匀，居民多集中在盛产小麦、玉米、棉花的敦煌、安西两县境内。其它居民则靠游牧为主，牧畜业以羊、马、骆驼为主。近几年来，地方工业发展很快，目前已办起面粉厂、棉花加工厂、化肥厂、农机厂，拖拉机修理厂等县办工业。

二、盆地地质调查史

解放前，在盆地内进行的地质调查研究工作很少。解放后，随着地质事业的蓬勃发展，先后有不少单位来盆地进行地质调查研究工作，为在盆地内寻找矿藏提供了宝贵的地质资料。

1930 ~ 1937 年中瑞考察团，E. 那林、B. 布林等先后在敦煌党河及敦煌南山一带作过地质调查。

1938 年孙健初在“地质论评”第七卷发表“祁连山一带地质史纲要”一文，将三危山一带的变质岩系首次命名为“敦煌系”。

1940 年中瑞考查团布林所著“甘肃西部水文地质志”中，提出源自大山边而北流汇合于哈拉湖的公岔一塔什河及党河，都是通过断层线而形成的。

1947 年李树勋在其编写的“甘肃边区及柴达木盆地地质矿产报告”中，对三危山以北、党河以南地区地质构造叙述甚多，并填有 1 ：50 万地质图。

1953 年中央燃料工业部石油管理总局地质局酒泉地质大队 103 队，为查明自安西至敦煌南山北麓一带的地质构造及寻找有利于储集油气的地质构造，测制过地质图和地质剖面。同年 104 队在千佛洞附近及党河下游一带，为查明适于储集油气的地质构造也测制过地质剖面。

1958 年玉门矿务局地质勘探公司地质二大队 205 队，用地震反射、折射联合工作法，在千佛洞发现有局部隆起显示，查明基岩埋深约 1500 米左右。

1958 年甘肃省地质局花牛山地质队普查一分队，曾在火焰山一三危山一带，进行过矿点普查工作，发现铅、铁矿及放射性异常点各一处。

1959 年玉门石油管理局地质勘探公司第二地质大队703 队，为了解敦煌盆地的地质构造及寻找适于油气储集的有利地带，测制过地质剖面，调查过油气苗，并根据 1 ：50 万布格重力图显示的，中央重力低带与电法所示凹陷带一致，而电法所示的基底起伏变化又与地震、重力结果基本上吻合的情况，推测敦煌盆地基岩埋藏最深处大致位于敦煌西北、新华农场、南梁子东南安敦公路一带。认为沉积岩厚度约在 1200 ~ 1900 米之间，估计由侏罗系，白垩系、第三系组成。

1959 年甘肃省地质局公婆泉地质队和疏勒河地质队，在敦煌西湖至小方盘一带，进行过 1 ：5 万和 1 ：10 万硼矿普查工作。

1960 年甘肃省地质局水文工程队，作过 1 ：50 万综合地质及水文地质普查，对地下水源和第四系做了系统的工作。

1965 年，贺兰山煤炭地质勘探公司甘肃地质大队，在安敦盆地综合普查找煤时，做过 60 公里的地震剖面和 39 条电测深剖面，共钻过 7 口浅井。本文中的基岩等深线图就是据其资料绘制的。

1969 年，玉门石油管理局井下处地质勘探大队野外地质队，为查明阿克塞、安敦两盆

地的地质概况和含油气远景，在这两盆地进行了野外地质调查，测制过地质剖面并观察了7口井的岩心，采集245块样品。

1977年，甘肃省地质局物探一队为配合二队寻找钾盐，在五敦附近做了试验性地震剖面11条，总计110多公里。还做了7条电测深剖面，其解释成果和贺兰山煤炭公司的解释基本相符，资料是可靠的。

三、地层

本区除缺失寒武系、三叠系外，其它地层尚属完整。地层概况可见表5－8－1。现将各时代地层自老而新简述如下。

表5－8－1 敦煌盆地边缘地层系统表

地质时代					代号	接触关系	厚度（m）
界	系	统	群	组			
新生界	第四系	全新统			Qh		106
						间断	
		上更新统			Qp_3		184
						不整合	
		中更新统		酒泉组	Qpj		200
						不整合	
		下更新统		玉门组	Qpy		191
						不整合	
	第三系	上新统		疏勒河组	N_2s		10～90
						不整合	
		中新统		白杨河组	N_1b		47～123
						不整合	
中生界	白垩系	下统	新民堡群		K_1xn		843
						不整合	
	侏罗系	中下统	龙凤山群		$J_{1+2}ln$		>1116
						不整合	
古生界	二叠系	上统	红柳峡群		P_2hl		>3441
						整合	
		下统		哲斯组	P_1z		6087
						不整合	
	石炭系	上统	干泉群		C_3gn		6113
						不整合	
		中统	石板山群		C_2sh		4050
						不整合	
		下统		红柳沟组	C_1l		4076
						不整合	
	泥盆系	中统			D_2		5731
						不整合	
	奥陶—志留系				O—S		>1512
						不整合	
元古界 中			平头山群		Pt_2pn		1334
						整合	
			白湖群		Pt_2bh		1137
						不整合	
下			敦煌群		Pt_1dn		8561

1. 下元古界敦煌群 (Pt_1dn)

广泛出露于盆地东部和南缘的双塔堡、小宛南山，东南部的火焰山、三危山，西南部的崔木土、苇子泉一带。自下而上分三个岩组：

第一岩组：分布在多坝沟、苇子泉一带。为灰色、灰白色花岗片麻岩，斜长角闪片麻岩，灰白色厚层大理岩夹辉石斜长角闪岩，厚1101米。

第二岩组：分布在双塔堡南。为灰色、灰黑色云母石英片岩，含石榴子石云母石英片岩，夹浅灰绿色黑云母斜长片麻岩及角闪石片岩，厚度4882米。

第三岩组：分布在小宛南山一带。为浅绿色绿泥石片岩，绿泥石石英片岩，阳起石片岩及变质流纹英安岩，厚度2578米。这套地层变质较深，构造复杂，挤压剧烈，片理紊乱，一般走向为N70°—80°E，总厚度8561米。本层与新地层常呈断层或不整合接触。

2. 中元古界 (Pt_2)

只出露在桥湾火车站南北一带。

白湖群 (Pt_2bn)：为灰色、灰黑色黑云母斜长片麻岩，云母石英片岩，绿泥石石英片岩及石英闪长岩组成，厚1137米。

平头山群 ($Pt_2p\hat{n}$)：为灰白色厚层大理岩及条带状大理岩组成，夹少量灰绿色变质石英闪长玢岩，厚1334米。在其出露点的东北方向有大片酸性喷发岩。构造简单，无剧烈挤压现象。总厚度在2471米。本层与新地层呈不整合接触。

3. 奥陶—志留系 (O—S)

仅出露于盆地北缘玉门关后坑北、大方盘北、古堡泉、白墩子、西沟泉一带。岩性分三部分：下部为白云母石英片岩，大理岩，石英斜长角闪岩、黑云母斜长片麻岩组成，厚度306米。中部以斜长片麻岩为主，夹绿帘角闪片岩，厚度292米。上部以黑云母石英片岩为主，夹多层薄层大理岩和少量绿帘角闪片岩，厚914米。这套地层夹有大量的酸性、中性、基性岩浆岩。受剧烈挤压而构造复杂，走向为北东东向。总厚度在1512米以上。本层与新地层呈不整合接触。

4. 泥盆系中统 (D_2)

只出露在盆地北部的芦草滩一带。分上、下两个岩组：

下岩组：为灰绿色石英长石砂岩、细砂岩、粉砂岩、夹凝灰熔岩与大理岩透镜体。大理岩透镜体中含珊瑚化石 *Favosites* ? sp.，厚度2425米。

上岩组：为灰色千枚状板岩，绢云绿泥石英片岩、千枚岩夹砂砾岩和不稳定酸性熔岩及石英岩透镜体，厚度3306米。这套地层构造较复杂，走向北西向。总厚度5731米以上。本层与上覆新地层呈不整合接触。

5. 石炭系 (C)

仅出露于盆地北缘的柳园、石板山、干泉一带。分下、中、上三统。

(1) 下统红柳沟组 (C_1h)

本志区域地层章（第三章）划归上泥盆统。

下岩组：分布于红柳干沟一带。为灰色、灰绿色变质长石质硬砂岩，细砂岩，粉砂质板岩夹砾岩、结晶灰岩和玄武岩。含珊瑚、腕足类化石：*Wellenia Subtrigona*，*Qinghaiphyllum* cf. *Sinense* Lo.，*Lithostrotion planocystatum*.，*Polytremaria Catenata*.，厚2661米。

上岩组：分布于黑石山东一带。为灰绿色、暗绿色中酸性熔岩凝灰岩，流纹岩，细碧岩，

夹安山熔岩角砾岩、凝灰质砂岩和大理岩透镜体，含珊瑚、腹足类化石：*Lithostrosion* sp.，*Callistadia* sp.，厚2015米。

(2) 中统石板山群 (C_2sh)

分布于石板山一带，分下、中、上三个岩组：

下岩组：为灰色、灰黑色粉砂岩，长石石英砂岩和粉砂质板岩，夹不稳定酸性火山岩、砾岩和大理岩透镜体，含珊瑚：*Cystolonsdaleia* sp.，*Lithostrotion* cf.，*Kueichowense*.；腕足类：*Choristetes* sp.，厚度大于961米。

中岩组：为灰色、灰白色大理岩，硅质条带大理岩，生物碎屑灰岩，结晶灰岩等组成。含蜓科化石：*Fusulina* cf. *mayiensis* sheng；*Paraeofusulina* sp.；珊瑚：*Chaetetes flexilis*，及腕足类、腹足类化石，厚度927米。

上岩组：为绿色粉砂质板岩、粉砂岩夹钙质砾岩、斜长流纹岩、英安岩，含腹足类化石：*Ectomaria conjungens*.，瓣鳃类：*Pterinopecten* (*Dunbarella*) *Papyraceus* (*Sawerb*).，珊瑚 *Dorlodotia* sp.，*Lophophyllum* sp.，厚度大于2162米。

(3) 上统干泉群 (C_3gn)

分布于干泉一带，分上下两个岩组。

下岩组：为灰绿色含钙质粉砂岩、细砂岩、石灰岩、砾岩，石灰岩中含腕足类：*Choristetes Pavlovi*.，*Marginifera orientalis*.，头足类：*Glaphyrites* cf. *rhymus*.，*Eoasianites* sp. 等化石。厚度1264米。

上岩组：为灰绿色流纹岩、酸性凝灰熔岩、酸性凝灰角砾岩夹石灰岩与粉砂岩透镜体，夹层中含海百合茎及植物化石：*Paracalamites* ? sp.，厚度大于4849米。本套地层构造复杂，受挤压剧烈，走向以北东东为主。总厚度在14839米以上。本层与上覆二叠系地层呈不整合接触。

6. 二叠系 (P)

仅出露于盆地北缘后坑北、石板山、红条山南、红柳干沟等地。分上、下统：

(1) 下统哲斯组 (P_1z)

下亚组：分布于黑石山南，为浅灰绿色、灰色砾岩，含砾粗砂岩，细砂岩，粉砂岩，夹黄绿色酸性熔岩和凝灰熔岩及大理岩透镜体，含腕足类化石：*Spiriferella salteri*.，*Yakovlevia mammatiformis*.，*Kochiproductus poriectus*.，厚度3126米。

上亚组：分布于大沙沟一带，下部为绿色、灰绿色石英角斑岩，辉石角斑岩，细砂岩夹流纹岩及熔岩凝灰岩等。上部为灰绿色安山质凝灰岩、凝灰熔岩夹数层辉石玄武岩、粉砂岩、凝灰粉砂岩、含砾粗砂岩及大理岩透镜体。含腕足类化石：*Dictyoclotus gratiosus*.，*Spinomarginifera jisuensis*.，*Spiriferella* sp.，厚2961米。

(2) 上统红柳峡群 (P_2hn)

下岩组：为紫红色安山质角砾岩、安山质含砾凝灰熔岩及砂质凝灰岩。厚度大于1314米。

中岩组：为灰绿色、灰黑色中性安山岩，安山质凝灰岩，安山质凝灰熔岩及流纹质凝灰熔岩，夹少量玄武岩，厚度1796米。

上岩组：为灰色、褐色流纹岩，流纹斑岩，厚度931米。本套地层构造比较简单，走向以北东向为主。总厚度10128米。本层与上覆侏罗系呈不整合接触。

7. 中、下侏罗统龙凤山群 ($J_{1-2}ln$)

出露于盆地南部的多坝沟东、芦草沟、南湖二地。出露面积0.774平方公里(芦草沟为0.202平方公里，南湖0.567平方公里)，芦草沟剖面厚约228.6米，兹将通过煤窑剖面描述如下:

下段: 底部为灰色、灰绿色块状粗砂岩夹薄层灰黑色页岩、泥岩。顶部为灰绿色中砾岩夹薄层页岩、砂岩。

中段: 底部为灰绿色、黄绿色粗、细砂岩夹灰黄色、灰黑色砂质页岩。其上、下夹两层黑色玄武岩。顶部为深灰色玄武岩夹于砾岩中，其上为黄绿色气孔状玄武岩。

上段: 底部为灰色、灰绿色中粗砂岩夹薄层灰黑色页岩，含化石碎片。中部为黄绿色玄武岩与砾岩相间。上部为灰黄色炭质页岩、砂岩及煤系。1965年，贺兰山煤炭公司在上部地层中采有大量植物化石、经鉴定有: *Sphenobaiera* ? sp.，*Czekanowskia* (cf. *C. Setacea* Heer).，*Podozamites* sp.，*Pityophyllum* sp.，*Cladophlebis* sp.，*Equisetites* sp.，1953年103队在此煤系中采有植物化石: *Coniopteris* cf. *hymenophylloides*.，*Cladophlebis* sp.，南湖剖面厚93.6米，除北面为花岗岩外，其东、南、西三面均为砂丘所覆盖。岩性如下: 底部为灰黄色角砾岩; 中部为块状砾岩，向上变细夹有灰黄色砂岩; 顶部为灰绿色砂岩及泥质砂岩、砂质泥岩，含有煤及植物化石碎片，经鉴定(106队，1958年资料)有: *Plagiozamites* sp.，*Cladophlebis* sp.。芦草沟、南湖两剖面自下而上岩性均为砾岩—砂岩—页岩、煤层。自成一个沉积旋回，为山麓相—河流相沉积。

盆地南部的多坝沟以北，出露一套灰褐色、黄褐色含砾砂岩，长石砂岩，粉砂岩，安山岩(参见图5－8－2)。粉砂岩中产有下列植物化石: *Carpolithus* ? sp.，*Czekanowskia rigida* Heer.，*Desmiophyllum* sp.，*Equisetites* sp.，*Pityolepis* ? sp.，*Pityophyllum* sp.，*Podozamites* ? sp.。本层与上覆下白垩统呈不整合接触。厚584米。

8. 下白垩统新民堡群(K_1xn)

1965年，贺兰山煤炭地质勘探公司，曾在盆地北部的西沟泉和白墩子两地发现白垩系露头。而其它单位则认为这些露头是中下侏罗统意见不一致。但根据贺兰山煤炭地质勘探公司采集的大量化石来看，把这些露头划为下白垩统是可行的，露头分布参见图5－8－1。综述岩性如下:

下部: 灰褐色厚层状砾岩、砂砾岩夹透镜状砂岩。

上部: 黄绿色、黄褐色、灰绿色薄层状砂岩，土黄色、灰色页片状粘土页岩，夹扁豆状菱铁矿结核，采有大量化石，经南京地质古生物研究所鉴定有如下植物化石: *Elatocladus* sp.，*Pagiophyllum* sp.，*Sphenolepis* sp.，*Nilssonia* sp.，*Conites* sp.，*Pityospermum* sp.，*Czekanowskia* sp.，*Pityophyllum* ? sp.，*Schizolepis* ? sp.; 昆虫: *Mesoblattina xusinesis*.，*Mesoblattina* sp.。构造上呈北东向为主的平缓波浪式褶皱。厚度为843米。本层与上覆第三系呈不整合接触。

9. 上第三系(N)

广泛出露于盆地南部的芦草沟，北部的西沟泉，白墩子西及西部的玉门关以北一带。

现将盆地南部3号井岩性综述如下。下部: 白杨河组(N_1b)，灰白色细砂岩，桔红色细砾岩，砾岩，粉砂岩，厚47.33米。上部: 疏勒河组(N_2s)，土黄色、桔黄色细砾岩，砾状砂岩为主夹薄层砂质泥岩、粘土岩，厚329.14米。

根据盆地南部7口井的钻井资料可以看出，从东至西，第三系厚度加大，岩性变粗(见表5－8－2)。

表 5－8－2　敦煌盆地南部第三系探井分层数据表

井号 / 厚度 / 时代	瓜州口 2 井	芦草沟 4 井	芦草沟 1 井	甜水井 3 井	空心墩 6 井	沙枣东梁 5 井	沙枣东梁 7 井
上覆地层	Q	Q	Q	Q	Q	Q	Q
N_2s	88.66	71.45	234.32	329.14	340.87	27.09	440.18
N_1b				47.33	123.07 未完		
下伏地层	$J_{1+2}ln$	$J_{1+2}ln$	An2dn	$J_{1+2}ln$	N_1b		CP

盆地北部的白墩子西出露的白杨河组岩性为灰黄色、灰绿色、含石膏质砂泥岩层。本层与上覆第四系玉门砾岩呈不整合接触。

10. 第四系(Q)

(1) 下更新统玉门组(Qpy)

广泛出露于千佛洞、月牙泉、野马井子一带。下部为一套灰色、灰褐色砾岩夹砂砾岩透镜体，厚度大于 83 米。上部为土黄色泥岩、黄绿色砂岩，含砾粗砂岩夹亚粘土和砂土层。含有丰富的动、植物化石。其中腹足类：*Radix Plicatula* (*Benson*)．，*Graulus* sp.，*Galba elegans* (Ping)．，介形虫：*Cypris litforalis* (Brady)．，孢粉有：*Ephedra* sp.，*Acer* sp.，*Chenopodiaceae*.，*Juglans* sp.，厚度大于 191.0 米。本层与上覆第四系酒泉组(Qzj)呈不整合接触。

(2) 中更新统酒泉组(Qpj)

广泛分布于盆地内部。为一套冲积一洪积砂、砾石层、泥质粉砂层、风积细砂、湖沼淤泥、冲积亚粘土、亚沙土等多种沉积。厚度 200 米。本层与上覆新地层呈不整合接触。

(3) 上更新统(Qp_3)

分布于盆地东部。下部为洪积碎石、砾石层，上部为浅灰黄色粘质砂土夹砂、砾质粘土层及砾石透镜体。在桥湾含有腹足类化石：*Gyraulus* sp.，*Hippeutis* sp.，*Planobris* sp.，*Succinea oblonga*.，厚 184 米。

(4) 全新统(Qh)

分布于五墩、伊塘湖、鸣沙山等地。下部冲积层：土黄色亚粘土、亚砂土、含砾粗砂层。中部湖积一冲积层：灰黄色含盐亚粘土、含砾粗砂层。上部风积物：风积细砂、淤泥、湖积、沼泽、冲积亚粘土。总厚 106 米。

四、构造

(一) 大地构造位置

敦煌盆地处于天山褶皱系与祁连山褶皱系之间，位于塔里木地台东部，东为踏实盆地，南为阿克赛盆地，盆地北缘以大逆掩断层与白墩子一带老地层接触，盆地南缘为另一大逆掩断层与三危山敦煌群接触；是从侏罗系开始形成的一个中新生代沉积盆地。

(二) 基底与盖层

敦煌盆地大致呈北东东一南西西向延展。盆地中央为重力低，向四周围重力值增高，反映盆地中部基岩埋藏较深，沉积岩厚度大(2000 多米)，向盆地边缘基岩埋深变浅。根据

盆地边缘露头及钻孔资料推测，敦煌盆地南缘之基底大部分为敦煌群；盆地中部和北缘之基底大部分为古生界浅变质岩，局部的基底为敦煌群。

根据物探、钻井及边缘露头观察，盆地内部的盖层，为中新生界的中下侏罗统、下白垩统、第三系和第四系。物探资料表明，中生界最大沉积厚度为1200米，且受基底控制。在钻井资料中没有发现白垩系。但从侏罗纪开始基本上处于下降状态来考虑，以及从盆地边缘分布的露头来看，盆地内部是存在白垩系的，钻计中下侏罗统最大沉积厚度为750米，下白垩统最大沉积厚度为650米，沉积中心在五墩一带。第三系沉积厚度在700～900米之间，沉积中心在墩家堡一城湾农场一带；第四系沉积厚度在伊塘湖为300～400米，在城湾农场一带为250～380米，在敦煌县一带为140～200米。其它地方都在200米左右，沉积中心在伊塘湖一带。中新生代地层岩性变化大，估计盆地内部的沉积物比边缘露头的细，上部比下部更细（参见图5－8－2）。

（三）断裂与构造单元划分

敦煌盆地广大面积为第四系所覆盖，构造形迹仅见于边缘的一些断裂，简要情况下表5－8－3。

表5－8－3　敦煌盆地边缘断裂简表

断裂名称	断层性质	走　向	产　状	上下盘地层	特　　点
三危山北沿	逆掩	NEE	150°<62°	上盘：Pt_1dn 下盘：J－Q	延伸200km，沿断裂有玄武安山岩分布
南湖庙湾	逆	NEE	165°<60°	上盘：Pt_1dn 下盘：J	可见延伸3km，破碎带宽50m
南湖高家庄	逆	NEE	近直立	上盘：Pt_1dn 下盘：Q	断层线不清晰，长约8km
芦草沟北	逆	NNW	258°<80°	上盘：$J_{1-2}ln$ 下盘：N	
白墩子西	逆	近SN	260°<60°	上盘：Pt_1dn 下盘：K_1	被覆盖，可见长度1km
峡东俄博山	逆	NE	135°<70°±	上盘：Pt_1dn 下盘：C_2	延伸240km

从敦煌盆地构造区划图（5－8－3）上可以看出：敦煌附近之基底断裂，近东西向的有：F_4、F_5、F_6等。这组断裂与区域构造线一致，断裂两侧的基底等高线密集，基底等高线被断裂切割严重。近南北向的有：F_7、F_9、F_{10}、F_{11}等，基底等高线在断裂两侧表现为断裂东盘相对于西盘向北错动，平移距离达1公里，并相对下降，形成了敦煌盆地的基底由西向东呈阶梯状陷落的构造格局。

根据物探和钻井资料，以及地面露头的观察，可将盆地划分为安西隆起和敦煌拗陷两个一级构造单元（图5－8－3）。

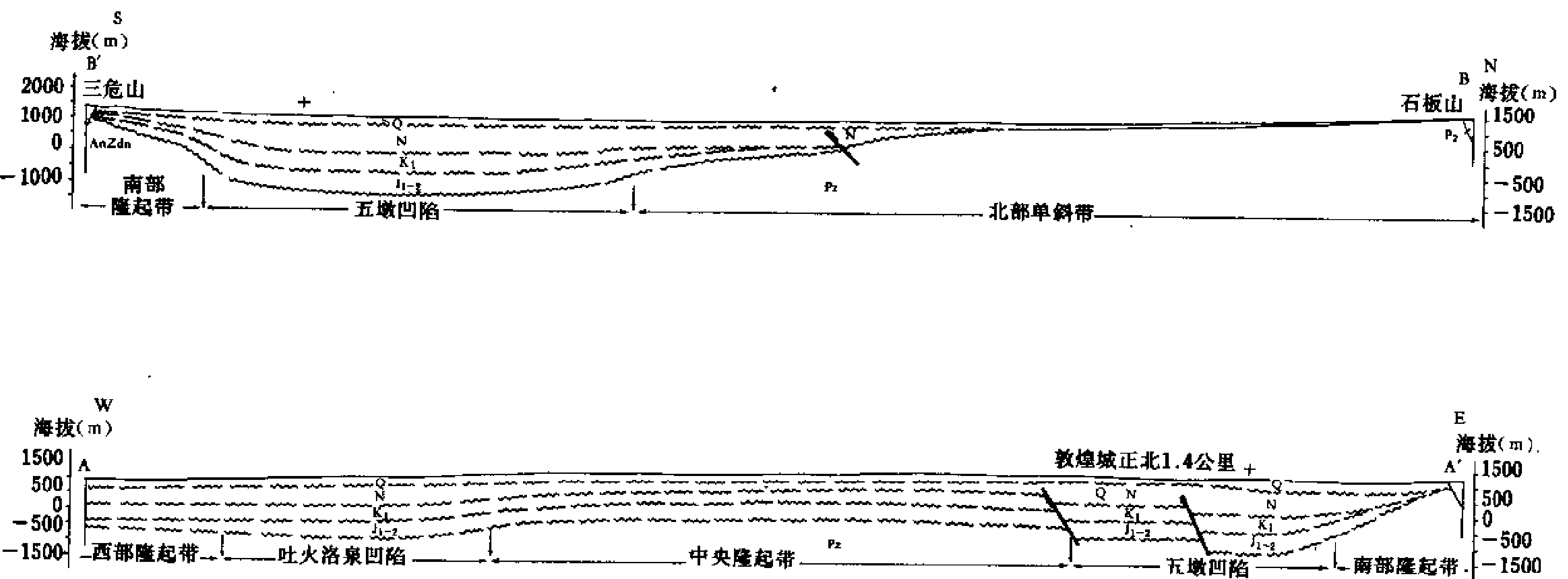


图5－8－2 敦煌盆地剖面图

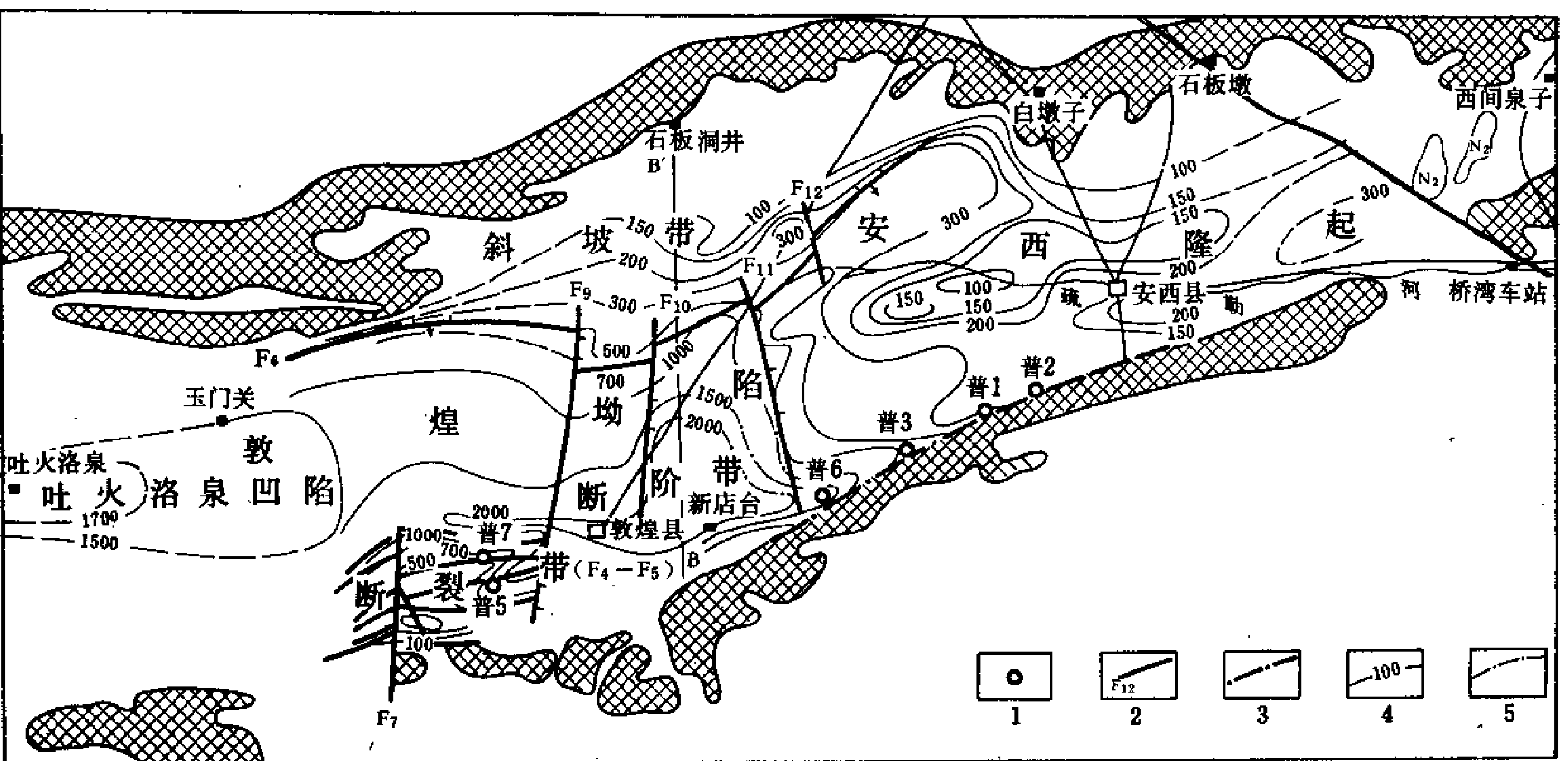


图 5－8－3 敦煌盆地构造区划图

1—井位；2—物探推测；3—隐伏断层；4—基岩等深线；5—推测基岩等深线

安西隆起以断裂 F_{11} 与敦煌拗陷分界，长 166 公里，宽 50 公里，面积约 8300 平方公里，基岩埋深在 150 米左右，为一呈东西向分布、深浅不一的长条形潜伏隆起，被北北西向的 F_{11}、F_{12} 断裂切割和复杂化。隆起上的盖层主要为 150 ～ 300 米的第三系和第四系砂砾岩和砂砾石层。中生界侏罗系仅在隆起南缘的瓜州口、芦草沟、甜水井一带分布。白垩系仅在隆起北缘的白墩子西及西沟泉有零星分布。中下侏罗统在沉积过程中，有多次大量的安山岩、玄武岩喷发，反映了地壳的不稳定性。

敦煌拗陷长 234 公里，宽 77 公里，面积约为 1800 平方公里，基岩埋深在 1000 ～ 2000 米，最深在新店台一带，可达到 2500 米。拗陷被一系列近东西向（F_1、F_3、F_5 断裂）和近南北向（F_7、F_8、F_9、F_{10}、F_{11}）的断裂交互切割（参见图 5－8－3）。拗陷内盖层厚，在1000 米以上，主要为第三系、第四系砂砾岩与砂砾石层。在 1000 米以下推测有中生界中下侏罗统含煤砂砾岩层，分布在南湖一带，褶皱断裂发育，走向平行于老山，反映基岩断块在活动过程中的侧压力是很大的。中下侏罗统中段夹有两层玄武岩，说明古老的地台已开始活化。

（四）二级构造带及局部构造分布

由于中生界沉积受着基底断裂的控制，因此从图 5－8－4 上可以看出，盆地内部分布有四个二级构造带，即敦煌断阶带，敦煌北斜坡带、敦煌西南断裂带和敦煌西凹陷带，其中断阶带、斜坡带和断裂带都是有利的二级构造带。

（1）敦煌断阶带：是阶梯状正断层，其中可能有逆牵引构造。离油源区近，有利于油气存储。

（2）敦煌北斜坡带：距离油源区近，且第三系、下白垩统、中下侏罗统之间都是不整合接触，有利于油气沿斜坡带运移和形成不整合面油藏。

（3）敦煌西南断裂带：位于凹陷附近，近油源，在断层之间可能形成圈闭，有利于油气聚集。

（4）敦煌西凹陷带：是呈东西向分布的长条形凹陷，在吐火洛泉和湾窑一带凹陷最深，约达 2000 米，该凹陷远离油源区，不利于油气存储。

局部构造基本上由基底形态所控制，由图 5－8－4，可以粗略看出，在敦煌断阶带内有十个局部构造。这些局部构造都与断层有关，闭合度预测不准，具体参数不精确、有的构造有效面积较小。可能不具备勘探条件。

（五）地质发展史

综合地层资料与接触关系及构造特征，将分区的构造发展史及古地理简述如下：

早元古代时，敦煌盆地为地槽的一部分，在东部的双塔堡、小宛南山、西南部的崔木土、苇子泉一带，广泛沉积了一套地槽型的海相碎屑岩— 碳酸盐岩建造和海底喷发岩建造、厚达 8561 米。到了后期，地壳活动加剧，随之出现了岩浆喷发活动。前震旦纪末期，吕梁运动发生，使这套地层经受了强烈的区域变质作用，最终形成了盆地古老的结晶基底。

中晚元古代时，在盆地东部的桥湾北一带，沉积了地槽型的海相碎屑岩建造、海底喷发岩建造和海相碳酸盐岩建造，厚达 2471 米。后期地壳活动性加强，逐渐出现了中、酸性岩浆喷发。震旦纪末期的贝加尔运动，使盆地东部褶皱上升，形成了平缓的背、向斜构造及断裂，因地壳隆起，遭受侵蚀，缺失寒武纪沉积。

奥陶— 志留纪时，在盆地北缘后坑— 大方盘北、古堡泉、白墩子、西沟泉一带，广泛沉积了一套地槽型的海相碎屑岩建造、碎屑岩— 碳酸盐岩建造，厚达 1512 米。志留纪末期，

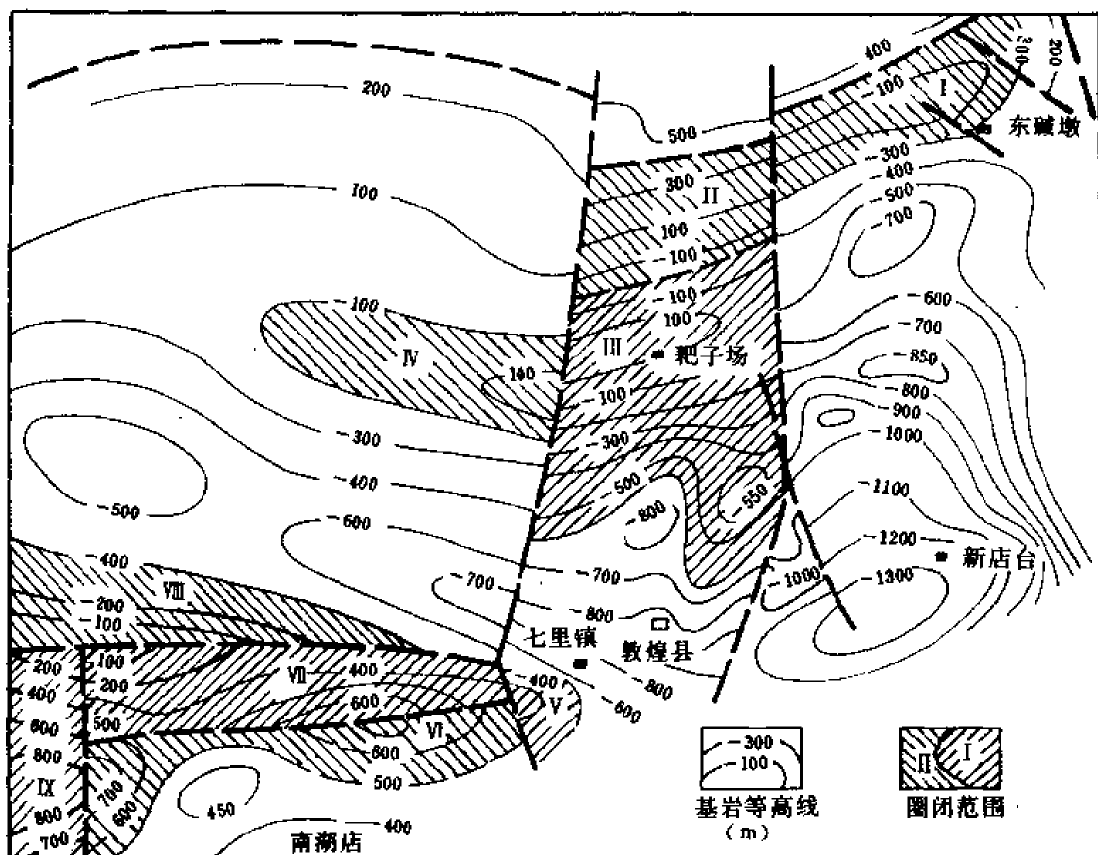


图 5-8-4 敦煌断阶带基底起伏构造图

Ⅰ—东碱墩西鼻状构造：面积约75平方公里；Ⅱ—靶子场北单斜：面积约94平方公里；Ⅲ—靶子场鼻状构造：约105平方公里；Ⅳ—靶子场西鼻状构造：约90平方公里；Ⅴ—七里镇西南鼻状构造：估计面积18平方公里；Ⅵ—七里镇西半背斜：约200平方公里；Ⅶ—南湖店北半背斜：约150平方公里；Ⅷ—南湖店北鼻状构造：约115平方公里；Ⅸ—南湖北山背斜(?)：资料不全面积无法估计；Ⅹ—碱泉子北单斜：资料不全，面积无法估计，图上未标注

由于加里东运动的影响，盆地北部褶皱上升，遭受侵蚀，普遍缺失下泥盆统沉积。并且以断裂活动为主，形成许多东西向平行排列的断块，沿断块边缘有中、酸性和基性岩浆岩侵入。

盆地北缘在泥盆纪时，沉积中心向北推移到红条山前拗陷带，沉积范围大大缩小，仅在芦草滩一带，沉积了中泥盆世地槽型的浅海相碎屑岩建造，厚达5731米。中泥盆世末期、海西运动初幕，使地槽升起，发生剧烈的挤压和褶皱，形成许多北西向的平移断裂，沿断裂又发生了岩浆活动，造成奥陶纪至志留纪地层变质。

石炭纪时，又发生了海侵、海水从西南方向进入本区，在盆地北部的黑石山东、黑山头南、石板山、白尖山、红柳干沟、干泉、白墩子一带，自下而上沉积了下石炭统的一套浅海

一滨海相碎屑岩一火山岩建造和浅海相火山岩建造，厚4676米；中石炭统浅海相碎屑岩一碳酸盐岩建造，厚4050米；上石炭统浅海相碎屑岩—石灰岩建造及火山岩建造，厚6113米。石炭纪末期，受海西运动中幕的影响，地壳逐渐上升，并伴随有北东—北西—北东向弧形压扭性断裂及中基性岩脉和中酸性岩基等侵入。地壳隆起成山，在其北侧的山前带内开始了二叠纪的沉积。

二叠纪时，在盆地北部的一条山北，芦草滩北、黑石山南，大沙沟、白尖山南、石板山东一带，近东西向呈条带状地沉积了下二叠统的浅海—滨海相碎屑岩一火山岩建造，厚达6087米。到了末期，地壳逐渐上升，北东东向断裂广泛发育，超基性、基性和酸性岩浆岩活动频繁，致使东部升起，遭受侵蚀，缺失下二叠统。而西部下降，接受沉积，在后坑北沉积了上二叠统的一套陆相火山岩建造，厚4041米。二叠纪末期由于海西运动晚幕的巨大影响，该区再度发生剧烈的褶皱和断裂，地壳上升，并伴随有大量的岩浆活动，使石炭纪及其以前的地层经受变质作用，并缺失三叠纪的沉积。

侏罗纪时，盆地北部广泛升起，而南部却急剧下降，在多坝沟东、南湖、芦草沟一带，沉积了中下侏罗统的山前小盆地型陆相碎屑岩建造及中酸性岩浆岩，厚1116.0米。后期受燕山运动初幕的影响，全盆地抬升，遭受侵蚀，缺失上侏罗统沉积。

白垩纪时，盆地南部上升，沉积中心向北部推移，在白墩子、西沟泉一带，零星沉积了下白垩统的山间小盆地型陆相碎屑岩，厚达843米。到了后期，受燕山运动中幕的影响，全盆地又一次抬升，遭受侵蚀作用，缺失上白垩统沉积和下第三系沉积。

晚第三纪时，敦煌盆地整体下降，接受沉积，在北部的西沟泉、白墩子和南部的芦草沟一带，沉积了第三系中新统的河流相红色碎屑岩，厚47 ～ 123米(钻孔资料)，上新统的内陆湖泊相沉积，厚10 ～ 90米。 以后又在玉门关北、千佛洞、月牙湖、野马井子一带、又沉积了第四系更新统的冰积一洪积相碎屑岩，厚658米。全新统的冲积—湖沼一河床及风成堆积的多种类型沉积物，厚106米，整个第三纪、第四纪有三次明显的构造幕，造成下列各地层之间的不整合或假整合接触：中新统与上新统；上新统与更新统；及更新统上、下组之间。上述各构造幕，以升降运动为主，并伴随褶皱和断裂，形成平缓的短轴褶皱，高角度逆掩断层和峭壁、阶地、蘑菇峰等地貌特征。

五、生、储、盖条件分析

(一)生油凹陷及生油岩分析

敦煌盆地与花海盆地大地构造条件基本相同，只是花海盆地的基岩埋藏较深，估计敦煌盆地的生油条件远不及花海盆地。因此，用花海盆地的生油门限值1700米来估计敦煌盆地的生油凹陷是可行的。按照1700米的门限值范围，从图5－8－4上可以看出，只有敦煌拗陷内有两个比较大的中生代凹陷，即五墩凹陷和湾窑凹陷，其中五墩凹陷的面积约600平方公里，最深2700米，湾窑凹陷的面积约320平方公里，最深2000米，两凹陷的总面积约920平方公里。

河西走廊各沉积盆地主要生油岩都是侏罗系、白垩系，根据这一点来看，敦煌盆地应该也不例外，因其具有与其它盆地基本相同的沉积环境，所以，敦煌盆地中下侏罗统、下白垩统的暗色泥岩、页岩、粘土岩，可能就是本盆地的生油岩。

下白垩统新民堡群(K_1xn)生油岩：

从推测的敦煌盆地剖面图上可以看出(参见图5－8－2)，下白垩统地层埋深都浅于1700米，因此不在生油门限之内，此外，从西沟泉采样分析中，可知下白垩统的生油条件

是很差的(见表5－8－4)，只有有机碳达到较好生油岩指标，其它两项均未达到生油岩标准。

中下侏罗统龙凤山群($J_{1+2}ln$)生油岩:

对五墩凹陷来说，如果凹陷内有下白垩统，则从敦煌盆地剖面图(参见图5－8－2)可以知道，中下侏罗统的大部分地层埋深都在1700米之下，但厚度不大，最厚750米，估计凹陷中心黑色页岩的厚度不超过300米。

表5－8－4 敦煌盆地样品分析指标对比表

样本			项目	分析结果	评价标准			
剖面	层位	岩性			好	较好	较差	非
芦草沟	J_{1+2}	黑色泥页岩	S^{--}(%)	0.02	0.5～1	0.3～0.5	0.1～0.3	<0.01
			C (%)	2.51	>1.0	0.6～1	0.4～0.6	<0.4
			"A"(%)	0.0069	>0.1	0.05～0.1	0.01～0.05	<0.01
西沟泉	K_1x	灰色泥岩	S^{--}(%)	0.06	0.5	0.3～0.5	0.1～0.3	<0.01
			C (%)	0.95	>1.0	0.6～1.0	0.4～0.6	<0.4
			"A"(%)	0.0088	>0.1	0.05～0.1	0.01～0.05	<0.01

从芦草沟中下侏罗统地面样品分析的三项指标看出，只有氯仿沥青"A"不符合生油岩的地球化学指标，二价硫，有机碳均达到生油指标，预计盆地内部岩层的生油岩地球化学指标定会好些。因此，可以认为中下侏罗统的第二岩组是盆地内部的主要的可能的生油岩。

(二)储盖层及圈闭预测

从地面露头及钻孔资料看，盆地的中下侏罗统、下白垩统、第三系地层都含有大量的砂砾岩，并且砾石大小均匀，胶结疏松，是良好的储集层；另外，第三系、下白垩统、中下侏罗统与基底之间都是不整合接触，部分接触面也是良好的储集空间，因此，敦煌盆地的储集条件是比较好的。

从3号钻孔的资料看(表5－8－5)第三系缺少厚层页岩、泥岩之类的致密沉积物，没有合适的盖层，因此，认为第三系是缺乏盖层条件的。

从中生界、新生界地层变化来看，第三系由东向西加厚，由南向北变细，可以预测盆地内局部地区可能存在第三系尖灭圈闭。侏罗—白垩系自下而上，预测可以形成岩性圈闭，以及各地层间不整合面形成的地层圈闭，另有盆地内东西向和南北向断裂交互切割的断层圈闭等。

(三)成油组合探讨

从普3井资料和芦草沟地面剖面推测，侏罗系上部比较细，是在静水环境中沉积的，因此，盆地内部的凹陷部分将是半深湖—深湖相沉积，这样看来，中下侏罗统上部将是有利于生油的。但从样品分析结果可知，该地层的生油能力很差，而且在侏罗纪时有岩浆喷发活

表5-8-5 敦煌盆地钻井分层数据表

井号 \ 项目	纵座标	横座标	地面海拔	底部分层数据与岩性						完井深度
				Q	N	K	J^3	J^{1+2}	基底	
普一井	16711012.34	4470201.70	1131.11	79.34 砾石 细粉 砂砾层	313.66 砂泥岩 粉砂岩 细砾岩	/	/	/	Pt_1dn 黑云母石英片岩	319.47
普二井	16721580.11	4473283.61	1154.95	40.69 砾石 砂层	182.93 砂砾岩 细砂岩 粉砂岩	/	/	/	P－C 硬砂岩	203.10
普三井	16696955.03	4461815.64	1118.65	75.80 砂砾层	456.06 砂砾岩 粉砂岩	/	/	505.09 砾岩、页岩、粉砂岩、泥岩	J_{1+2} 未穿	505.09
普四井	16771235.53	4469314.54	1156.32	4.64 砂砾层	63.73 粉砂岩 粘土岩 砂砾岩	/	/	258.55 煤系与玄武岩互层	J_{1+2} 未穿	258.55
普五井	16621560.10	4435165.50	1278.40	227.70 砂砾层	400.06 砾岩 砂砾岩				N 未穿	400.06
普六井	16682326.60	4455208.00		83.48 砂砾层	400.14 砂砾岩				N 未穿	400.14
普七井	16619764.70	4440368.80	1244.30	85.89 砂砾层	526.07 砂砾岩	/	/	/	P－C 砂岩 粘土岩	558.52

动，对油气生成不利。

但根据相邻盆地的油气苗和工业油藏的存在（如东部的酒西盆地、西部的吐鲁番盆地、南部的柴达木冷湖油田）以及本盆地所处的大地构造位置，尚不能否定盆地生油的可能性。

从普3、5、6、7井钻探资料来看（参见表5－8－5），都未见油气显示，可以推定盆地南缘的断裂带上第三系含油的可能性不大，侏罗系含油的可能性也不大，但油气有向北运移聚集的可能。

六、油气资源量估算

五墩凹陷面积为600平方公里，预计沉积岩最大厚度为2500米；湾窑凹陷面积为320平方公里，预计沉积岩最大厚度为2000米。计算沉积岩体积时，厚度取沉积岩最大厚度的一半，则沉积岩体积：

$$V = S \cdot H$$

式中 S —— 凹陷面积，H —— 沉积岩厚度。则沉积岩体积V，五墩凹陷为750立方公里，湾窑凹陷为320立方公里。用沉积岩体积法估算资源量：

$$Q = V \cdot a$$

式中 Q —— 石油资源量，V —— 沉积岩体积，a —— 储量密度系数。则五墩凹陷石油资源量为0.0322亿吨，湾窑凹陷石油资源量为0.0137亿吨，全盆地石油资源量为0.0459亿吨。

第九节 踏实盆地

一、概况

踏实盆地位于甘肃省西端，安西县—玉门市境内。在东经95°～97°30′，北纬39°52′～40°40′之间，东起玉门镇，西至三危山、火焰山，南抵近东西向延伸的东巴兔山，长山子一带低山丘，北达桥湾、小宛南山一带。东端宽、西端窄，大致成北东向延伸的三角形，长150公里，宽15～72公里，面积约6500平方公里（图5－9－1）。

盆地地势东南高、西北低，中部为广阔的戈壁滩，地面海拔一般都在1200～1700米。盆地内河流发育，有踏实河、疏勒河及多处泉水，为饮用、灌溉提供了最好的水源。此外，广阔的戈壁滩均为干旱缺水区。

盆地气候属大陆性气候，常年温度变化剧烈，日温差高达30℃左右，春、秋两季多风，风速高达24米／秒。年平均降水量为41.1毫米，而蒸发量大，达到3368.2毫米。

盆地内人口分布极不均匀，西部踏实附近有少数回族居住，汉族多居住在东部铁路沿线一带。

区内交通颇为便利，北部及东北部有兰新铁路及甘新公路通过，东部有玉门镇至昌马的简易公路。

本盆地的地质研究程度很差，解放前仅有少数地质学者在此作过零星的地质调查，并无系统的资料和图件，实际上为一空白区；解放后，为了满足工农业发展对矿产资源的需要，甘肃省地质局、贺兰山煤炭地质勘探公司及玉门矿务局等单位，在本区进行了矿产普查和

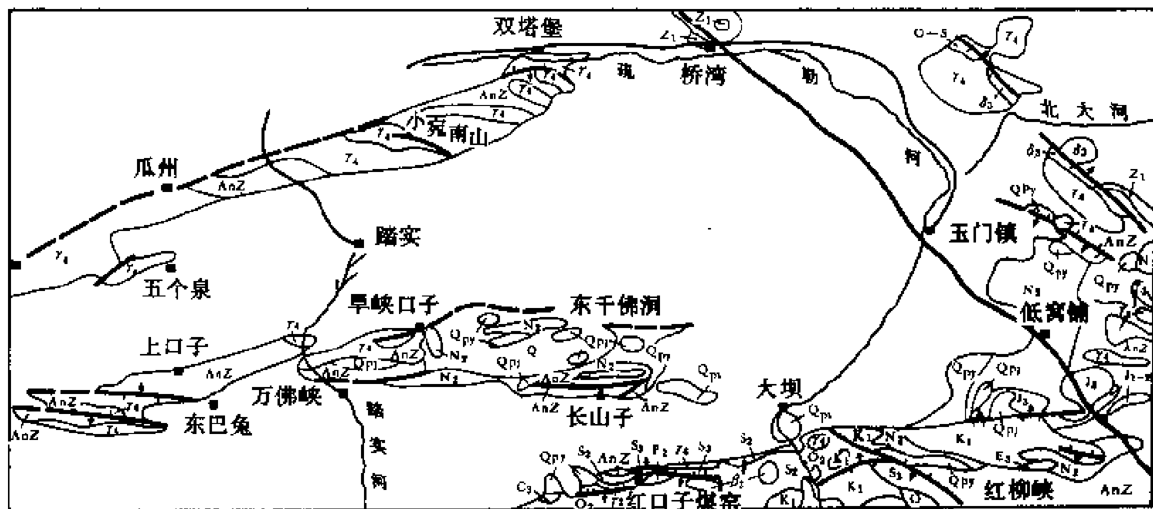


图5－9－1 踏实盆地地质图

水文地质调查等工作。但对地层、构造、岩石等方面的研究尚不够深入。现按时间顺序将本区主要地质、矿产调查工作简述如下。

1941年，黄汲清在安西南芦草沟一带作过路线地质调查，绘有较详细的安西南芦草沟三危山剖面，将此地分布的煤系地层定名为侏罗系，并列举了许多例子说明本区新构造运动的发育情况，有一定参考价值。

1956年，中国科学院等单位组成的祁连山队，在怀头他拉—安西进行路线地质调查时，曾穿过东南角的蘑菇台一带，认为地层由一套片麻岩、大理岩及片岩等组成，时代属前震旦纪。

1968年，原甘肃煤炭局及1965年贺兰山煤炭地质勘探公司，对安西南芦草沟煤矿及其外围做了许多工作，并在煤系地层中找到了不少化石，认为时代属中侏罗世。对于研究本区中新生代地层很有意义。

1969年，甘肃省地质局区测二队，完成了1 ∶20万的报恩寺幅和玉门市幅区域地质图及报告，涉及到本盆地的东部，为本盆地的研究提供了主要参考资料。

区内地层在前震旦系和震旦系之上直接覆盖着侏罗系及其以上的地层，古生界全部缺失。地层简况见表5－9－1。

盆地边缘的地层有前震旦系敦煌群，震旦系，中生界侏罗系、白垩系，新生界第三系及第四系（参见图5－9－1），以第三系分布为最广，古生界缺失。地层与敦煌盆地相似（参见图5－8－2）。现仅将盆地边缘地层自老而新简述如下。

1. 下元古界敦煌群（Pt_1dn）

广泛出露于盆地北缘的小宛南山、双塔堡一带，以及盆地南部的长山子、旱缺泉一带，组成三危山、乱山子、东巴兔山、长山子等低矮山丘，岩性与敦煌盆地的相同。

2. 中元古界（Pt_2）

出露于盆地北部桥湾一带以北，只有中、下部，岩性与敦煌盆地相同。

表 5-9-1 踏实盆地边缘地层系统简表

界	系	统	群	组	代号	接触关系	厚度(m)
新生界	第四系	全新统			Qh	间断	8
		上更新统			Qp3	不整合	176
		中更新统		酒泉组	Qpj	不整合	40
		下更新统		玉门组	Qpy	不整合	140
	上第三系	上新统		疏勒河组	N_2s	不整合	691
		中新统		白杨河组	N_1b	不整合	574
	下第三系	渐新统		火烧沟组	E_3h	不整合	270
中生界	白垩系	下统	新民堡群		K_1xn	不整合	1144
	侏罗系	上统		赤金堡组	J_3c	不整合	1334
		中下统	龙风山群		$J_{1+2}ln$	不整合	1105
元古界 中			平头山群		Pt_2pn	整合	1334
			白湖群		Pt_2bh	不整合	1137
元古界 下			敦煌群	第三岩组	Pt_1dn^3	整合	2578
				第二岩组	Pt_1dn^2	整合	4882
				第一岩组	Pt_1dn^1		1101

3.侏罗系(J)

(1)中下侏罗统龙风山群($J_{1-2}ln$)

出露于盆地东南部的大坝，芦草沟，低窝铺南一带。由灰色、灰黑色砾岩，砂岩，灰质页岩夹煤线所组成。页岩中含大量植物化石：*Coniopteris* sp.，*C. cf. burejensis.*，*Ctenis chinensis* Hsü.，*Phoenicopsis* aff. *angustifolia* Heer.，*Pityophyllum* (Nath) Moeller.，这套地层受挤压剧烈，构造复杂，走向为东西向，厚度为1105米。本层与上覆上侏罗统呈不整合接触。

(2)上侏罗统赤金堡组(J_3c)

出露于盆地东部低窝铺南一带。自下而上又可进一步划分为三个岩组：

下岩组：或称砾岩、含砾粗砂岩岩组。为一套砾岩、砂砾岩、含砾粗砂岩夹砂岩、页岩与少量泥灰岩透镜体。最大厚度471米。

中岩组：或称石英长石砂岩岩组。以桔红色、粉红色、黄褐色厚层块状中—粗粒石英长石砂岩为其特征，细砂岩、粉砂岩、页岩在其下部呈夹层，上部为互层。含放射性元素，劣质煤层与菱铁矿结核，最大厚度574米。砂岩中产瓣鳃类化石：*Corbicula* (*Mesocorbicula*) *tetoriensis.*，*C.* (*Mes.*) *Yumenensis.*，*C.* (*Mes.*) *Liaoningensis.*，*Tetoria fuxinensis.*，腹足类化石：*Probaicalia* sp.，*Viviparus* sp.。

上岩组：或称含盐泥页岩组。以页岩、泥岩为主夹砂岩。泥岩中含食盐，最大厚度289米。泥岩中产瓣鳃化石：*Tetoria futinensis*，介形虫：*Cypridea*(*yumenia*) sp.，*C.*(*yumenia*)*polyreticulata.*，*C.*(*yumonia*) *Oriformis.*，*C.*(*cyamocypris*) *ovatiformis.*，这套地层受挤压强烈，构造复杂。走向为东西向，总厚度1334米。本层与上覆下白垩统呈不整合接触。

4. 下白垩统新民堡群(K_1xn)

出露于盆地东部的狼狗沟东和西红柳峡一带。由蓝灰色、黄绿色砂质泥岩，粉砂岩，砂岩夹泥灰岩、灰质页岩及玄武岩以及砖红色砂砾岩、砾岩夹含砾砂岩组成。在红柳峡下部页岩中产植物化石：*Ginkgoites digitata* (Brongn).，上部泥岩、砂岩中含有化石，如瓣鳃类：*Sphaerium* cf. *inflatum Chow*．*Ferganoconcha* sp.，介形虫：*Cypridea*(*cypridea*) *Polyornata* Hou.，*C.*(*Pseudocypridina extenda* Hou.，*C.*(*Pseudocypridina*) *Parallela* Hou.，*C.*(*yamenia*)*Oriformis* Hou.，*Limnocyridea diwopuensis Qi*(sp nov).，*L.* cf. *parva* lin.，*Mongolianella? Prona* Liu.，*M.* cf. *Khamariniensis* Gal.，*Lycopterocypris infantilis* Lub.，*L. debilis* Lub.，*Djingarica* sp.，腹足类：*Probaicalia* sp.。岩层受挤压，构造简单，走向近北东向，厚1144米。本层与上覆上第三系疏勒河组呈不整合接触关系。

5. 第三系

(1) 下第三系渐新统火烧沟组(E_3h)

出露于盆地东部红柳峡东青山沟一带。下部为棕色、姜黄色砾岩夹砂质泥岩及泥质粉砂岩；上部为棕红色厚层砂质泥岩、细砂岩、粉砂岩夹细砾岩。红柳峡火烧沟组中曾采有孢粉 *Magnoliaceae*，*Ginkgo.*，*Ephedra.*，*Pinaceae.*，*Lycopodium.*，*Osmunda*．*Polypodiaceae.*，厚度269.5米。这套地层构造简单，走向近东西。与上覆地层白杨河组呈不整合接触。

(2) 上第三系中新统白杨河组(N_1b)

出露于盆地东部酒西盆地红柳峡东青山沟一带。下部为灰白色、桔红色含砾粗砂岩，中—细粒砂岩夹棕红色砂质泥岩及石膏层；中部为巧克力色块状泥岩；上部为棕黄色、浅棕色泥岩，砂质泥岩与含砾砂岩、砾岩互层夹薄层或透镜状石膏层。构造简单，走向近东西向。厚度574米。本层与上覆新地层上第三系疏勒河组呈不整合接触。

(3) 上第三系上新统疏勒河组(N_2s)

广泛出露于红柳峡东、青山沟、长山子、旱峡口子一带。下部为土黄色、灰白色、浅棕色、灰褐色中—厚层状中—细粒砂岩，粉砂岩，砾岩互层夹砂质泥岩；中部为浅棕色、灰白色块状中、细粒砂岩，夹砾岩、砂质泥岩及透镜状石膏层；上部为浅棕色、灰褐色砾岩，含砾粗砂岩夹泥质粉砂岩，砂质泥岩。构造简单，走向近东西向，厚度691.4米。本层与上覆新地层玉门组呈不整合接触。

6. 第四系(Q)

(1) 下更新统玉门组(Qpy)

广泛出露于大坝南，长山子、旱峡口子一带。由桔黄色、黄灰色砾岩夹少量砂岩、砂砾岩透镜体所组成。构造简单，走向东西，厚140米。本层与上覆新地层呈不整合接触。

(2) 中更新统酒泉组(Qpj)

广泛分布于盆地北部。为棕色、砖红色半固结砂及砾石，厚40米。本层与上覆地层上更新统呈不整合接触。

(3) 上更新统 (Qp_3)

分布于南北山麓一带，疏勒河两岸。下部为灰色、青灰色砂、碎石，厚 170 米；上部为浅灰黄色粘质砂土，有砂、砂质粘土及砾石夹层，含腹足类化石：*Gyraulus.*，*Hippeutis* sp.，*Planorbis* sp.，*Succinea oblonga.*，*Draparnaud.*，厚 4 ～ 7 米。本层与上覆地层呈沉积间断关系。

(4) 全新统 (Qh)

沿疏勒河及支流河谷分布。下部为亚砂土、粘质砂土、砂及砾石，厚度 4米；上部为砂、砾石及粘质砂土，厚度 1 ～ 4 米。

三、构造

(一) 大地构造位置

踏实盆地在大地构造位置上与敦煌盆地一样，处于天山褶皱系与祁连山褶皱系之间的塔里木地台最东部，即塔里木地台与中朝地台相连接的地方。东为花海— 金塔盆地，西北与敦煌盆地相连，西南与阿克塞盆地相邻。盆地北缘为一大逆掩断层与三危山敦煌群地层相接触，盆地南缘为另一大逆掩断层与东巴兔山— 长山子敦煌群相接触(参见图 5－9－1)，是从侏罗纪开始形成的一个中新生代沉积盆地。

(二) 基底与盖层

在图 5－9－2 上可以看出，盆地北部重力值高(－205.9 毫伽)，重力梯度小，等重力线分布较稀疏。在盆地南部重力值低(－275.5 毫伽)，重力梯度大，等重力线分布密集。反映盆地南部基岩埋藏较深，沉积岩厚度大，达到 3900 米侏罗系至第三系广泛出露；盆地北部及西部基岩埋藏深度较浅，仅有 200 米，沉积岩缺失，不见侏罗系至第三系出露。

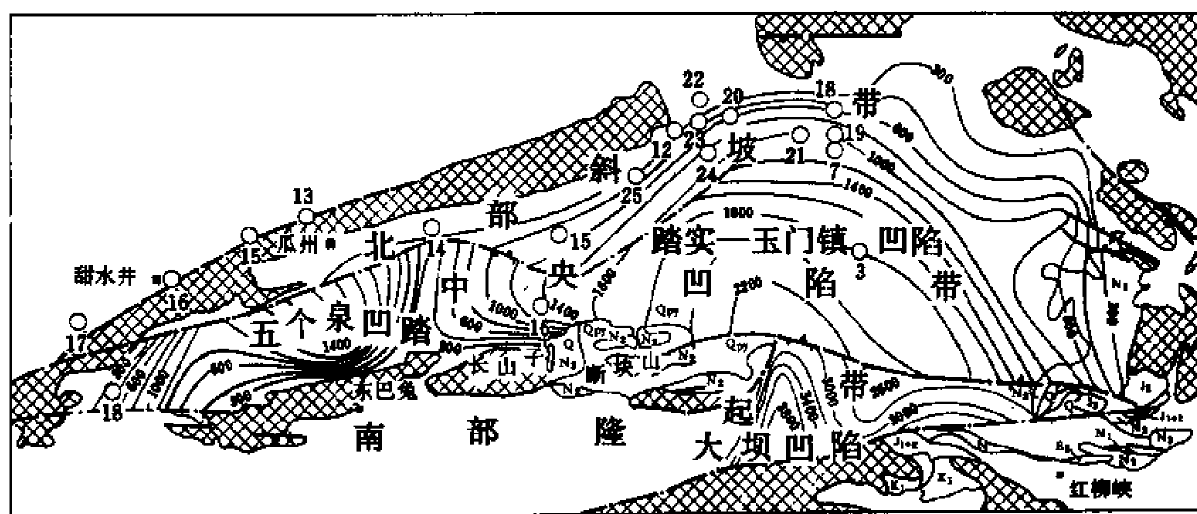


图 5－9－2 踏实盆地构造区划图

(据陕西省测绘局 1 : 100 万布格异常图缩绘)

根据盆地边缘露头资料推测，盆地中缺失古生代地层。盆地中部及北部的基底为敦煌群；盆地南部的基底也为元古界的深变质岩，局部的基底为敦煌群。

根据边缘露头观察，盆地内盖层为中新生界中下侏罗统，上侏罗统、下白垩统、下第三系、上第三系及第四系，累计出露最大厚度为 5489.5 米，盆地内部可能存在侏罗系、白垩

系和第三系。

在盆地南缘大坝南东一带出露侏罗系(见图5－9－2)，沉积厚度达2439米。下白垩统沉积厚度达1144米，其沉积中心在大坝凹陷一带。在盆地中心旱峡口子，长山子，出露上第三系，沉积厚度达1265米，其沉积中心在大坝凹陷西北坡一带。

(三)构造带及构造单元划分

本区位于塔里木地台敦煌—安西拗陷东南部、祁连山大断层带西端。根据盆地边缘出露的构造具有褶皱轴向及断层走向大致与大山走向平行、近于东西方向延展的特点，可将本区的构造由南向北划分为三个二级构造单元(见图5－9－2)，现分别简述如下。

1. 南部隆起带

由于祁连山不断上升向北逆掩的强烈影响，山前带形成了深凹陷和断块山，可以分出两个三级构造单元，即:

(1)大坝凹陷: 该凹陷紧邻山前带，最深约达3900米，面积800平方公里，凹陷中心位于大坝西侧，向西延至万佛峡，向南倾没在祁连山之下。

(2)东巴兔—长山子断块山: 由东巴兔—旱峡泉、长山子等一系列长轴背、向斜褶皱束及逆断层束组成，其褶皱轴向及断层走向与大山走向大致平行，并由南向北呈迭瓦状展布。

2. 中央凹陷带

本带南北两边地层均被平移断层或逆掩断层切割，形成东宽西窄的三角形凹地，可以粗略分为两个三级构造单元，即:

(1)踏实—玉门镇凹陷: 该凹陷埋藏浅，约2400米，面积大，约为900平方公里，东到玉门镇、疏勒河，西至踏实、旱峡口，约呈半圆形，向南倾没在边界逆断层之下。

(2)五个泉凹陷: 该凹陷埋藏深度约1700米，面积约150平方公里，分布于西北边五个泉一带，约呈半椭圆形，向北倾没在边界逆断层之下。

3. 北部斜坡带

该带即北东向延伸的三危山南侧的山前地带，从图5－9－3可以看出，基底由南向北逐渐抬升，形成南深北浅、东高西低的斜坡带，根据露头岩性推测，基底可能是由敦煌群古老变质岩系所组成，地表全为第四系所覆盖，斜坡带北缘，见多处泉水喷出，可能为三危山活动的证据。因此，可以推测，斜坡带是三危山不断活动上升所造成的。

(四)褶皱及断裂构造简述

1. 褶皱

多为轴向近东西、局部为北西西方向的复式背、向斜构造及平缓的小褶曲，主要分布在火焰山、东巴兔山、长山子、小宛南山及桥湾北山一带，其构造特征如表5－9－2所示。

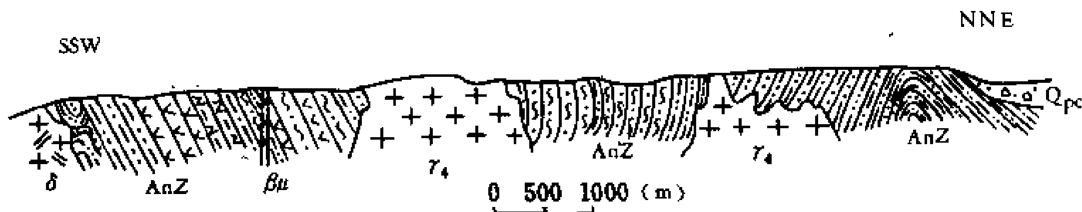


图5－9－3 小宛南山地质剖面素描图
引自报恩寺幅区测报告(1969年)

表5-9-2 踏实盆地主要褶皱构造特征表

构造要素 / 构造名称及编号	轴部地层	轴向	轴长(km)	产状		特征
				南翼	北翼	
1. 小宛南山向斜	Pt_1dn	西段 EW 东段 NWW	>20	55~70°	65~70° 局部倒转	两翼有小褶皱及花岗岩侵入(图5-9-3)
2. 旱峡泉西背斜	Pt_1dn	近 EW	5	45~50°	80~90° 局部倒转	向西倾没，其南有相伴向斜
3. 长山子向斜	Pt_1dn	近 EW	5	60°	75°	北翼被断裂破坏
4. 桥湾背斜	Pt_2bh	NWW	10	50~60°	70~75°	北翼有小褶皱，西翼有花岗岩侵入
5. 大坝东单斜	S_2	NWW	4		50~65°	褶皱后期断裂破坏，有岩体侵入
6. 东千佛洞褶皱	N_2s	近 EW	>25	10	15~20°	为平缓小褶皱呈背斜状
7. 狼狗沟褶皱(?)	K_1xn	近 EW	10	20~25°	>35°	属平缓小褶皱，此为背斜状
8.9. 东千佛洞褶皱	N_2s, Qpy	近 EW	>25	10°	15~20°	属平缓小褶皱，此为背斜产状
10. 东水沟倒转背斜	Pt_1dn	N70°W	背斜 宽 6	SW <35~63		背斜轴西部有海西期花岗岩侵入
11. 树沟子倒转向斜	Pt_1dn	EW	向斜 3	SE<50°		北翼受断裂切割
12. 火焰山复式倒转背斜	Pt_1dn	N80°E	背斜 11	SE 10° <40~78°		向北倒转，向西倾没

2. 断裂

该区主要有四组断裂，一组为东西向，与褶皱轴向平行；一组为北东向；另一组为北西向；最后还有一组北东东向的断裂。其主要特征见表5-9-3。

表 5－9－3 踏实盆地主要断裂构造特征简表

断层编号及名称	产状			延伸长(km)	地层		构造期
	走向	倾向	倾角		上盘	下盘	
F_1 旱峡泉长山子逆断层	EW	N	45～75°	>30	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦期，海西期，喜山期复活
F_2 长山子正断层	EW	N	50°	>15	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦期，海西期复活
F_3 长山子南山前隐伏逆断层	EW	N	30～60°	>30	Pt_1dn	N_2s N_2y	前震旦期，海西期，喜山期复活
F_4 车路沟山北山前隐伏深大断裂	EW SWW				N：Q	S：S_2、K_1x	加里东期，喜山期复活
F_5 小宛南山北—山前隐伏大断裂	NEE NEE				N：Q	S：Pt_1dn	加里东期，喜山期复活，向东分二支
F_6 桥湾北山逆断层	EW	S	70°	>15	Z γ	γ	海西期，喜山期复活
F_7 小宛南山斜切平推断层	NE			11	Pt_1dn γ	Pt_1dn γ	燕山期切割海西晚期辉绿岩墙
F_8 桥湾北山斜切断层	NE			5	γ	γ	燕山期
F_9 小宛南山北逆断层	NW			>6	γ	γ Pt_1dn	燕山晚期
F_{10} 小宛南山南正断层	NW	NNE	15°	>10	γ Pt_1dn	γ Pt_1dn	燕山晚期

续表

断层编号及名称	产状			延伸长(km)	地层		构造期
	走向	倾向	倾角		上盘	下盘	
F_{11} 东千佛洞逆断层	NEE	NNE	25°	10	N_2s Qpy	Qpy N_2s	喜山期（图5－9－4）
F_{12} 岳家口—大泉逆断层	NW EW	S	62～78°	20	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦期，海西期复活
F_{13} 下庄子西逆断层	EW	N		16	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦期，海西期复活，向东分二支
F_{14} 峡氏道口西逆断层	NW	S	74°	14	Pt_1dn	Pt_1dn γ	前震旦期，海西期复活，向东有二支
F_{15} 大水峡逆断层		175°	62°	12.5	斜长片麻岩	大理岩	前震旦纪旋回
F_{16} 火焰山南推测隐伏断层				15	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦纪旋回
F_{17} 蘑菇台逆断层	80°	170°	不清	2.5	大理岩	大理岩	前震旦纪旋回
F_{18} 东巴兔山西逆断层				6.0	大理岩	灰黑色石灰岩	前震旦纪旋回
F_{19} 东巴兔山北逆断层	90°	180°	75°	17.0	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦纪旋回
F_{20} 火焰山东南平推断层				8.0			时代不明
F_{21} 东巴兔山南逆断层		180°	74°	21.0	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦纪旋回
F_{22} 峡氏道口逆断层		165°	65°	6.0	Pt_1dn	Pt_1dn	前震旦纪旋回

续表

断层编号及名称	产状			延伸长 (km)	地层		构造期
	走向	倾向	倾角		上盘	下盘	
F_{23} 南平沟逆断层				30.0	Pt_1dn	Pt_1dn	燕山旋回
F_{24} 火焰山北逆断层			70°	65.0	Pt_1dn 片麻岩 海西期花岗岩	J,Qpy	前震旦纪旋回
F_{25} 芦草沟西逆断层		156°	77°	26.5	海西期花岗岩	Pt_1dn 海西期花岗岩	燕山旋回
F_{26} 塔尔泉北逆断层	NE	SE	62°	24.5	Pt_1dn 及 海西期花岗岩	海西期花岗岩、 花岗闪长岩	燕山旋回
F_{27} 老师兔性质不明断层				4.0	海西期花岗岩	海西期花岗岩	时代不明
F_{28} 甜水井南西逆断层				7.5	海西期花岗岩	海西期花岗岩	燕山旋回
F_{29} 东水沟性质不明断层	NW	不清	不清	5.5	Pt_1dn	Pt_1dn	时代不明
F_{30} 树沟子东逆断层		170°	55°	10.0	海西期花岗岩 Pt_1dn	海西期花岗岩 Pt_1dn	燕山旋回
F_{31} 树沟子逆断层		180°	62～80°	16.5	Pt_1dn 海西期花岗岩	Pt_1dn 海西期花岗岩	燕山旋回
F_{32} 下洞子南推测性质不明断层	NEE			20.5			燕山旋回
F_{33} 树沟子南性质不明断层	NW			2.5			时代不明
F_{34} 火焰山北平推断层		36°	76°	10.0			时代不明

表中断裂平面分布请见图5－9－5。

（五）构造发展史及古地理

前震旦纪时，踏实盆地强烈沉降，盆地南部的长山子、旱峡泉、东巴兔山、北部的小宛南山、西北部的火焰山、三危山一带，自下而上广泛沉积了一套地槽型的海相碎屑岩及碳酸盐岩、海底喷发岩建造，厚达8561米。到了后期，地壳活动性加强、酸性岩浆喷发，盆地开始上升。到了末期，吕梁运动发生，随使这套地层经受了强烈的区域变质，形成了盆地最古老的结晶基底。

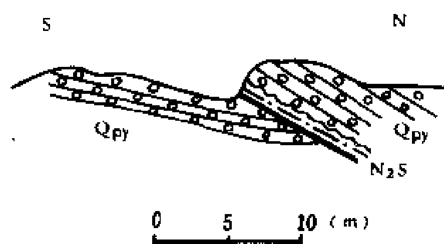


图5－9－4 东千佛洞逆断层素描图

引自昌马幅区测报告（1970年）

随后踏实盆地又开始下降，沉积中心移向东北部的桥湾以北一带，沉积范围大大缩小，自下而上沉积了一套地槽型的海相碎屑岩、碳酸盐岩及海底喷发岩建造，厚达2471米。到了后期阶段，地壳的活动性加强，逐渐出现了中、基性岩脉和酸性岩基侵入。震旦纪末期的贝加尔运动，使本区北部褶皱上升，形成平缓的复式背斜和断裂构造，地壳隆起成山，长期遭受侵蚀，缺失古生代及早中生代的沉积。

侏罗纪时，盆地南部的大坝南，东南部的北大窑一带，沉积了中下侏罗统内陆河湖相碎屑岩含煤建造，厚1105米。后期，受燕山运动初幕的影响，地壳上升，致使大部分地区缺失沉积，只在低窝铺南部的局部洼地内沉积了上侏罗统的内陆河湖一滨浅湖相碎屑岩含煤建造，厚达1334米。

白垩纪时，受燕山运动中幕的影响，地壳上升，遭受侵蚀后，只在盆地东南部西红柳峡一带的局部洼地内堆积了下白垩统内陆湖相夹河流相碎屑岩，厚1144米。到了末期，受燕山运动晚幕的巨大影响，本区再度上升，遭受侵蚀，缺失上白垩统沉积。

第三纪时，盆地东部和中部急剧下降，在红柳峡、旱峡口子—东千佛洞一带，沉积了一套内陆湖相—河湖相—河床相碎屑岩，厚1535米。整个第三纪有三次造山幕，造成火烧沟组与白杨河组，白杨河组与疏勒河组，疏勒河组与玉门组之间的不整合或假整合接触。上述各构造幕形成了许多平缓的短轴褶曲和断裂，其主要断层走向与褶皱轴向一致，多半为东西向或北西向。

四、生、储、盖条件分析

（一）生油凹陷及生油岩分析

从图5－9－2上可以粗略看出，储实盆地内有三个凹陷：即① 大坝凹陷，紧邻南部朱家大山—车路沟山山前带，凹陷最深约3900米，范围较大，西延至万佛峡，面积约800平方公里，邻近狼狗沟一带很可能是白垩系的生油凹陷区。② 踏实—玉门镇凹陷，埋深浅，约2400米，面积大，约900平方公里，略呈半圆形，向南倾没于边界逆断层之下，该凹陷东邻低窝铺一带侏罗系，很可能是侏罗系的生油凹陷区。③ 五个泉凹陷，基底浅，约1700米，面积小，约150平方公里，约呈半椭圆形，向北倾没于边界逆断层之下，北邻瓜州口一带，有可能是侏罗系的生油凹陷区。

踏实盆地具有与走廊其它盆地相同的沉积环境，因此，储实盆地的侏罗系、下白垩统暗色泥、页岩就是本盆地的生油岩，现分别简述如下：

1. 中、下侏罗统龙凤山群（$J_{1-2}ln$）生油岩

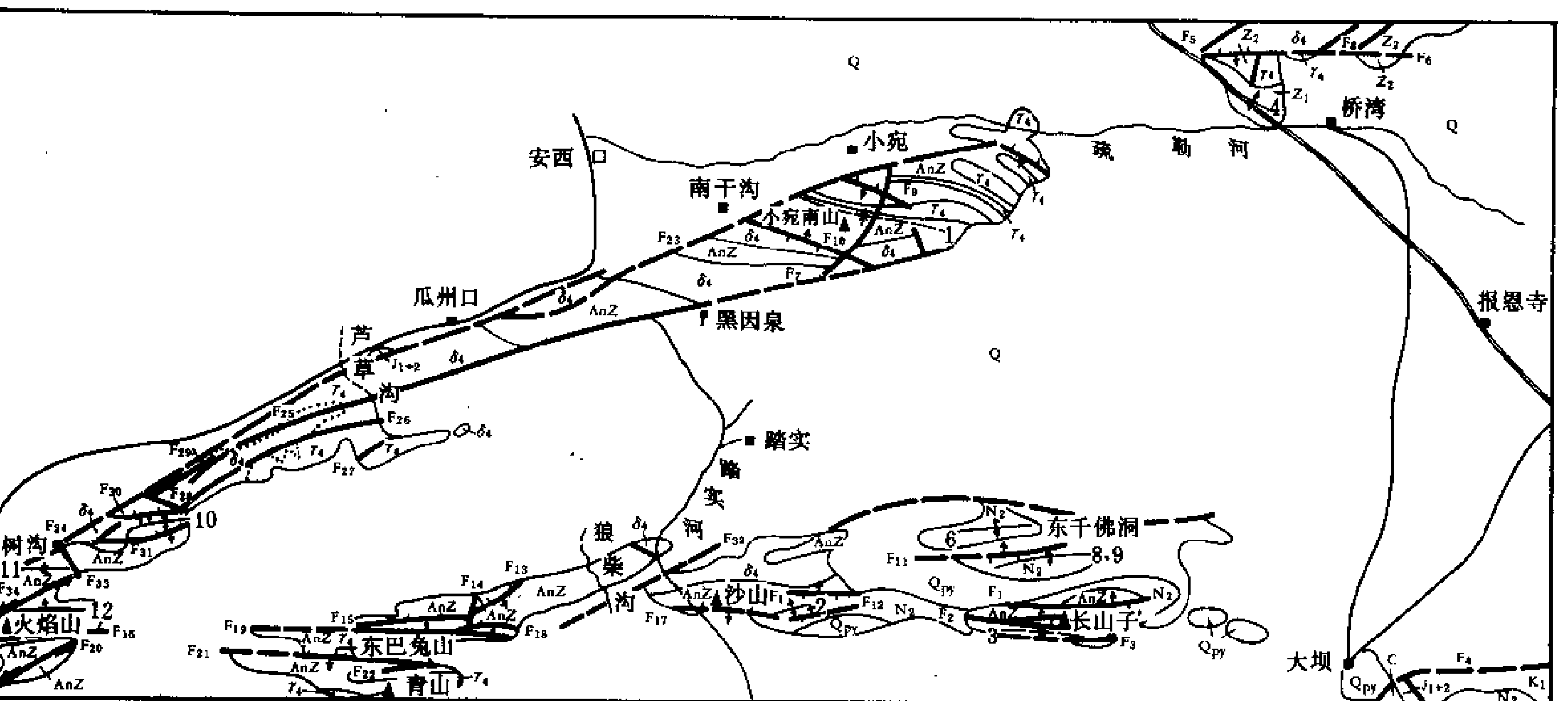


图 5－9－5　踏实盆地构造纲要图

A—前震旦纪构造层；B_7—贝加尔构造层；C—加里东构造层；Y—燕山构造层；H—喜山构造层

图中褶皱编号、断层编号可与表 5－9－2、表 5－9－3 对照

分布于盆地东南部西红柳峡北、低窝铺一带，主要岩性为灰色、灰黑色砾岩、含砾砂岩、砂岩、其中所夹灰质页岩及煤层，产植物化石。该群视厚度 1105 米。根据岩石组合特征和植物化石特征分析，该地层应为山间盆地的湖沼相及河流相沉积，以其岩相及厚度变化较大、沉积韵律性不明显为特征，可与酒西盆地旱峡一带的中、下侏罗统进行对比，认为是以湖沼相为主，而河流相为次，且煤层相变大，沿走向常变为炭质页岩，含灰分及硫较高，应为气候温湿、植物繁盛的还原环境下的沉积物，既有成煤条件，又有生油条件，是踏实盆地生油岩之一。

2. 上侏罗统赤金堡组(J_3c)生油岩

分布于盆地东南部低窝铺南赤金堡一带。根据岩石组合及化石特征，自下而上又可进一步划分为三个岩组(参见前述“地层分述”)。中、上岩组的暗色泥、页岩层数多，厚度大，有机质丰富，为还原环境下的滨湖—深湖相沉积，具有生油条件，是踏实盆地勘探的主要生油岩之一。

3. 下白垩统新民堡群(K_1xn)生油岩

分布于盆地南部照壁山北、狼狗沟东、西红柳峡北一带。该地层以蓝灰、黄绿色湖相沉积为主。尚夹有河流相的砾岩，并以细碎屑沉积多，岩层的韵律性较明显为特征，有机物丰富，生油条件优越，是踏实盆地生油岩之一。

(二)储、盖层及圈闭预测

踏实盆地主要发育中新生代陆相碎屑岩储集层，分布在盆地南部山前洼地中，受地形、水动力条件的控制和构造运动的影响，可能形成由第三系、白垩系、侏罗系组成的三套储盖组合:

(1)第三系中新统石油沟组泥岩，厚度大，为区域性盖层，而中新统间泉子组和渐新统火烧沟组河流—滨湖相三角洲砂岩体为储集层。

(2)下白垩统新民堡群上部的蓝灰、黄绿色砂质泥岩为盖层，而中部的辫状河流砂及洪积砂砾岩体为储集层。

(3)上侏罗统赤金堡组中、上岩组湖相泥、页岩为盖层，而下岩组河床相砂、砾岩体为储集层。

分析中、新生代地层的纵、横向变化，断层与褶皱的相互交切情况，预测盆地内可能存在三种类型的圈闭，简述如下:

1. 地层圈闭

第三系分布范围广，厚度变化大，沉积相类型多，地层的这种横向变化，有可能在盆地内局部地区形成地层尖灭和各地层间的不整合圈闭。

2. 岩性圈闭

侏罗—白垩系为一套陆相碎屑岩层，岩性变化较大，预测可以形成岩性圈闭。

3. 构造圈闭

盆地内广泛发育近东西向褶皱和断裂，常与北西、北东向断裂相互交切，形成背斜圈闭或断层圈闭。

(三)成油组合探讨

与踏实盆地相邻的酒西、吐鲁番盆地都有不同程度的油苗和工业油藏存在，以此类比，踏实盆地生油的可能性是有的。

根据生油岩、储集层和油源的配置关系，可将踏实盆地的成油组合，推测为两种类型:

1. 自生自储的成油组合

中下侏罗统龙凤山群湖沼相灰色、灰黑色炭质页岩生油，上侏罗统赤金堡组下岩组河床一滨湖相杂色砂、砾岩体储油，其中上岩组滨湖一深湖一稳定湖相黄褐色、灰黑色泥、页岩盖油，形成自生、自储、自盖式成油组合。推测大坝深凹陷中可能存在这类成油组合。

2. 中生新储的成油组合

上侏罗统赤金堡组中、上岩组滨湖一深湖一稳定湖相黄褐色、灰黑色泥、页岩和下白垩统新民堡群湖相蓝灰色泥、页岩生油，下第三系渐新统火烧沟组中、上部河床相红色砂、砾岩体储油，上第三系中新统石油沟组滨湖相红色泥岩夹石膏层盖油，形成中生（中生代生油）、新储（新生代储油）的成油组合，推测东千佛洞凹陷中可储存在这类成油组合。

五、油气资源量估算

大坝凹陷面积为800平方公里，预计最大沉积岩厚度为3900米；东千佛洞凹陷面积900平方公里，预计沉积岩最大厚度2400米。计算沉积岩体积时，厚度取沉积岩最大厚度的一半，则：

$$沉积岩体积V = S \cdot H$$

式中 S —— 凹陷面积；H —— 沉积岩厚度。由此计算出大坝凹陷和东千佛洞凹陷的沉积岩体积分别为1560立方公里和1080立方公里。用沉积岩体积法估算石油资源量：

$$Q = V \cdot a$$

式中 V —— 沉积岩体积；a —— 储量密度系数；Q —— 石油资源量。则大坝凹陷石油资源量为0.0669亿吨，东千佛洞石油资源量为0.0463亿吨，全盆地石油资源量为0.1132亿吨。

综上所述，踏实盆地还是有一定的资源潜量的。

第十节　阿克塞盆地

一、概况

阿克塞盆地位于东经92°14′～96°20′、北纬39°6′～46°5′之间，盆地范围东起疏勒河，西至大红山、小红山一带，南抵祁连山、阿尔金山，北达鸣沙山、东巴兔山、沙山一带低山丘。东端窄、西端宽，大致成北东东向延展，长36公里，宽15～50公里，在甘肃省内的面积约为12292平方公里（图5－10－1）。

盆地内地势南高北低，东陡西缓。南部有东南一西北向延伸的祁连山与近东西向的阿尔金山，中部和北部尚有屹立于戈壁滩中的沙丘，东部有三危山的南麓支脉乱山子。盆地的地面海拔在1400～4000米之间。区内的河流除党河和红柳峡河为常年流水河外，其它河流都为季节性河流。阿克塞哈萨克族自治县城附近有多处泉水并形成小溪，可提供居民的生活用水。

盆地内广大地区交通方便，除东部有肃北县至沙枣园的公路外，尚有南疆公路横贯东西，此外还有简易公路。

盆地内部为多民族聚居区以哈萨克和汉族人口最多，此外尚有回、蒙、藏等民族。区内人口稀少，分布不均，居民中农业人员主要集中在盛产小麦，棉花的阿克塞县和肃北县城附近，部分居民则靠游牧为生，畜牧业以羊、马、骆驼为主。

二、盆地地质调查史

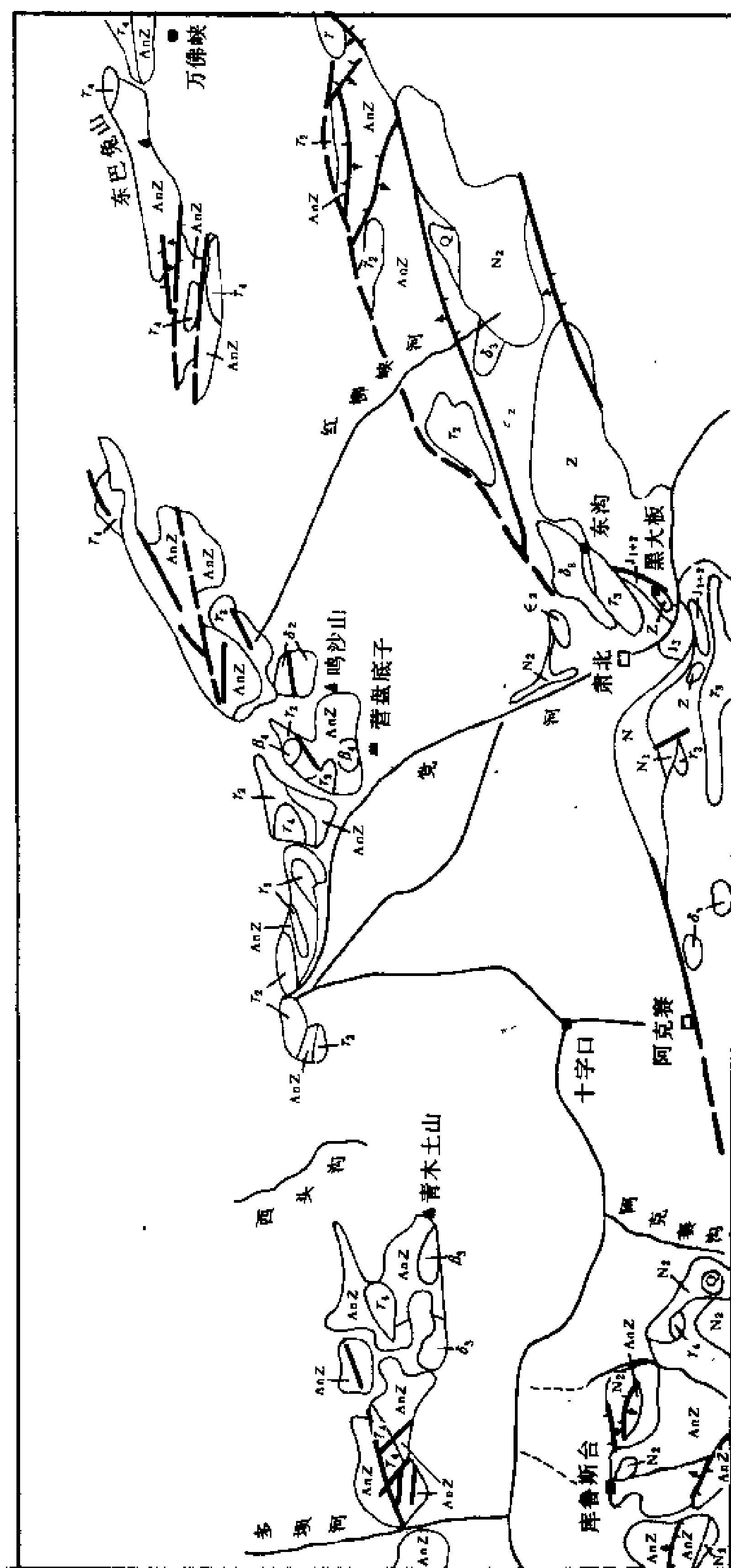


图 5-10-1 阿克塞盆地地质图

（依甘肃省地质局 1：20 万地质图缩绘）

解放前，本盆地是一个地质工作的空白区。解放后，随着社会主义建设事业的蓬勃发展，地质调查工作才开始进行。从1958年开始，先后有青海地质局石油普查大队、甘肃地质局祁连山地质队、疏勒河地质队等在该区进行了地质矿产普查工作，所获资料为下一步的地质研究工作提供了重要的依据。

近年来，先后有建工部非金属矿产地质公司西北分公司201队、建材部地质总公司西北公司202队、甘肃省地质局第二地质队等，在盆地内进一步开展了地质矿产普查工作，其成果为今后的地质工作提供了新资料（表5－10－1）。

三、地层

盆地中的沉积岩，以第三系分布为最广。盆地边缘有各时代的沉积岩、岩浆岩及变质岩。主要组成祁连山、阿尔金山及三危山（参见图5－10－1）。除泥盆系、二叠系、三叠系缺失外，其他地层尚属完整（见表5－10－2）。现将盆地边缘的地层自老至新分别简述如下。

1. 下元古界敦煌群（Pt_1dn）与敦煌盆地同。

2. 震旦系（Z）

出露于盆地南部的桥头子，阿克塞沟，库尔勒克一带（参见图5－10－1）。构成雄伟的祁连山及阿尔金山东段，为沉积岩经过数次造山运动而变质的产物，可分为下、中、上三统。

（1）下统（Z_1）

出露于桥头子北和扁麻沟口一带。下部为二长角闪黑云片岩及绿泥石英片岩，厚度1228米。上部为石英片岩夹少量大理岩、角闪片岩等，含迭层石：*Kussiella*，厚度1266米。

（2）中统（Z_2）

出露于库尔勒克一带。由富含燧石结核的石灰岩，硅化条带灰岩等组成。中部于大理岩中含迭层石：*Conophyton garganicus* (*Korolyuk*)，厚度大于1107米。

（3）上统（Z_3）

分布于阿克塞沟西、红柳沟、柳城子沟一带，下部主要由灰色二云石英片岩、白云石英片岩及灰绿色斜长角闪岩组成，以互层关系出现，厚度830米。上部为灰色板岩、大理岩、夹暗绿色片理化中基性凝灰熔岩及条带状赤铁矿透镜体、灰绿色片理化安山质凝灰岩及绿泥绢云千枚岩、灰绿色安山质凝灰岩、熔岩、角砾岩。大理岩中含叠层石：*Conophyton ocularoides korolyuk*.，厚度1937米。

本地层中夹有少量的酸性花岗岩，构造简单，无剧烈挤压现象。厚度总计6369米以上。与上覆志留系呈不整合接触。

3. 中寒武统（ϵ_2）

主要分布在肃北县东沟、好不拉、大泉西一带（参见图5－10－1）。按岩性划分为上、下两个岩组：

（1）下岩组

分布在肃北县东沟、好不拉沟脑一带。主要岩性为灰色、灰绿色千枚状板岩、砂质板岩、硅质岩，夹薄层石灰岩、变质砂岩、石英岩等。石灰岩中含三叶虫化石 *Hedinaspis* sp. 及蠕虫类化石等。厚度2704米。

（2）上岩组

主要分布在盆地东缘祁连山大泉西測，三个泉一带。主要岩性为暗绿色玄武岩、片岩、凝灰熔岩和安山玢岩，夹有凝灰质板岩和变质砂岩，厚度1734～1966米。

表 5-10-1 阿克塞盆地地质调查资料一览表

编号	资料名称	作者	日期	存放地点
1	阿尔金山专题研究报告	青海地质局石油普查大队九分队	1959年1月	青海地质局资料处
2	阿克塞县安南坝—博罗转井一带地质普查检查报告	甘肃省地质局祁连山地质队九分队	1959年3月	甘肃地质局资料处
3	疏勒河地质队五九年度地质报告	甘肃省地质局疏勒河地质队	1959年	甘肃地质局资料处
4	阿尔金山东段路线地质报告	青海地质局石油普查大队十分队	1959年12月	青海地质局资料处
5	阿克塞县阿克塞沟—梧桐沟一带超基性岩、铁矿点检查报告	甘肃省地质局疏勒河地质队	1960年	甘肃省地质局资料处
6	敦煌盆地地质概查总结报告	甘肃省地质局疏勒河地质队	1960年	甘肃省地质局资料处
7	甘肃阿克塞幅(J-46-6)地质图	甘肃省地质局疏勒河地质队	1961年1月	甘肃省地质局资料处
8	肃北清水沟—阿克塞大红山一带区域地质剖面测制简报	甘肃省地质局疏勒河地质队	1961年1月	甘肃省地质局资料处
9	甘肃阿克塞县大红山水晶矿点找矿报告	建工部非金属地质公司西北分公司201队	1962年3月	甘肃省地质局资料处
10	柴达木幅(J-46)地质图说明书		1965年	地质部地质局资料处
11	甘肃阿克塞县红柳沟石棉矿点踏勘简报	建材部地质总公司西北公司202队	1966年	西安202队资料处
12	甘肃阿克塞县红柳沟一带石棉普查报告	建材部地质总公司西北公司202队	1967年	西安202队资料处
13	甘肃阿克塞县大红山稀散元素普查报告	甘肃省地质局第二地质队一连	1970年10月	甘肃地质局资料处
14	甘肃阿克塞县红柳沟铁矿报告	甘肃省地质局第二地质队	1970年10月	第二地质队资料室

表 5－10－2 阿克塞盆地边缘地层系统表

界	系	统	地方性地层名称（群）	地方性地层名称（组）	符号	接触关系	厚度（m）
新生界	第四系	全新统			Qh		40～50
		上更新统			Qp_3		4～10
		中更新统		酒泉组	Qpj	不整合	186
		下更新统		玉门组	Qpy	不整合	188～540
	上第三系	上新统		疏勒河组	N_2s	不整合	1467
		中新统		白杨河组	N_1b	不整合	2776
中生界	白垩系	下统	新民堡群		K_1xn	不整合	187～795
	侏罗系	上统		赤金堡组	J_3c	不整合	1558
		中下统	龙凤山群		$J_{1+2}ln$	不整合	1116
古生界	石炭系	上统		太原组	C_3t	不整合	164
	志留系	上统		旱峡组	S_3h	不整合	169～341
		中统		泉脑沟组	S_2q	整合	514
	奥陶系	中统		妖魔山组	O_2y	不整合	461～823
		下统	阴沟群		O_1yn	整合	402～540
	寒武系	中统			$\in_2$	不整合	4438～4670
元古界（上）	震旦系	上统			Z_3	不整合	2767
		中统			Z_2	整合	1107
		下统			Z_1	整合	2495
元古界（下）			敦煌群		Pt_1dn	不整合	7152

地层中夹有大量的中、酸性岩浆岩，地层受剧烈挤压而构造复杂，走向为北东向。总厚度 4438 ～ 4670 米。与上覆奥陶系呈不整合接触。

4. 奥陶系（O）

（1）下奥陶统阴沟群（O_1yn）

出露于盆地东缘祁连山区朱家大山北坡、红口子煤窑西、青石峡东一带。按岩性及沉积旋回划分为上、下两个亚群。下亚群又按岩性分为两个段。① 下亚群第一段：主要岩性为紫红色、灰绿色砂岩及板岩、夹有硅质岩、细碧玢岩及凝灰岩，沿走向常变成凝灰质砂岩及安山质火山角砾岩。厚度 402 ～ 540 米。② 下亚群第二段：主要岩性为一套灰色、灰绿色砂泥质板岩、细砂岩，夹少量灰绿色凝灰质板岩。局部见有英安玢岩和斜长花岗斑岩等次火山岩侵入体。砂岩中含腕足类化石：*Lingula* sp.，*Obolus.* 等。厚度 180 ～ 1712 米。③ 上亚群：主要岩性为灰绿色安山玢岩、中酸性熔凝灰岩，夹灰岩及板岩，含化石，有腕足类：*Lingula* sp.，*orthoichia* sp.，*Obolus* sp.，笔石：*Glossograptus* sp.，等 。厚度 693 米。本地层中含有大量的中、酸性火成岩。 总厚度在 1275 ～ 2945 米之间与上覆中奥陶统呈整合接触。

（2）中奥陶统妖魔山组（Q_2y）

出露于盆地东部祁连山区之朱家大山北坡，青石峡东、红口子煤窑西侧。主要为一套灰色厚层状石灰岩夹砾状灰岩和薄层状石灰岩 。底部为一层灰白色薄层状石灰岩，局部地段为石英砂岩及砂质灰岩。石灰岩中含化石，有三叶虫：*Amphilichas* sp.，*Pseudosaphus* sp.，*Pliomeridae*，*Megistaspis* sp.，*Illaenus* sp. 等。厚度 461 ～ 823 米。与上覆志留系呈不整合接触。

5. 志留系（S）

（1）志留系中统泉脑沟组（S_2q）

主要出露于盆地东部红口子煤窑东、西两侧。主要岩性为浅灰绿色砂岩、板岩及细砾岩，夹有石灰岩、硅质岩及角砾岩。石灰岩中含有珊瑚化石：*Parastriatopora gansuensis* yü.，*Favosites paraforbesi* yü.，*F.* ex gr. *forbesi Edwards.*，*Mesofavosites orientalis* yü. 等。厚度 514 米。与上覆地层呈整合接触。

（2）志留系上统旱峡组（S_3h）

主要出露于盆地东部红口子煤窑西侧。主要岩性为紫红色长石石英砂岩、粉砂岩及砂质泥岩，含腕足类化石：*Mutationella* cf. *Podolica* Kozlowski.，*Eospirifertingi* Grabau. 等。厚度 169 ～ 341 米。本地层构造复杂，挤压剧烈，走向近东西向。地层中夹有酸性、中酸性花岗岩。与上覆石炭系呈不整合接触。

6. 上石炭统太原组（C_3t）

主要出露于盆地南部肃北县黑大坡、红柳峡河一带。岩性为灰白色厚层石英粗砂岩、石英岩，夹碳质板岩、煤线及石灰岩透晶体。在石灰岩及板岩中采到腕足类化石：*Choristites norini* Chao.，*Chonetes carbonifera* keyserling.，*Phricodothyris asiatica Chao.* 珊瑚化石：*Multithecopora* sp.，*Caninia* sp.，*Bellerophon* sp.，*Phillipsis* sp.，*Pseudoschwagerina* sp.，*Bothrophyllum* sp.，等。地层受挤压剧烈，构造复杂，走向为北东东向。厚度 164 米。与上覆侏罗系呈不整合接触。

7. 侏罗系（J）

（1）中下侏罗统龙凤山群（$J_{1-2}ln$）

出露于盆地北部的多坝沟、西头沟东，盆地南部的黑大坂一带。根据岩性特征与化石组合、自下而上划分为两个岩性组：① 第一岩组，下部为灰色、灰紫色石英细砾岩、砂砾岩，上部为灰色薄层状砂砾岩、中性凝灰质板岩，厚度532 米。② 第二岩组，主要岩性为灰褐色、黄褐色含砾砂岩、硬砂质长石砂岩、粉砂岩、蚀变安山岩，在粉砂岩中产有植物化石：*Carpolithus* sp.，*Czekanowskia rigida* Heer.，*Desmiophyllum* sp.，*Equisetites* sp.，*Pityolepis* sp.，*Pityophyllam* sp.，*Podozamites* sp.，厚度 548 米。

本层受剧烈挤压，构造复杂，总厚度 1116 米。与上覆赤金堡组呈不整合接触。

(2) 上侏罗统赤金堡组 (J_3c)

出露于肃北县黑大坂一带。根据岩性特征与化石组合，划分为上、下两个岩组。① 下岩组：主要岩性为暗灰紫色、暗棕紫色巨砾岩，夹棕红色泥质粉砂岩，厚度为 507 米。② 上岩组：主要岩性为紫红色、紫灰色砂岩、粉砂岩夹细砾岩，灰绿色粉砂岩、灰色砂岩及黑色砂质页岩，含植物及水生爬行动物化石，植物化石有：*Desmiophyllum* sp.，等。厚度 1051 米。

赤金堡组总厚度 1558 米，与上覆新民堡群呈不整合接触。

8. 下白垩统新民堡群 (K_1xn)

出露于盆地南缘的牛圈、桥头子、大泉附近及大鄂博图沟一带。岩性主要为紫红色、灰色砾岩、砂砾岩、含砾砂岩、砂岩，夹泥质灰岩，含植物化石碎片。前人(阿克塞—敦煌野外地质队，1969 年)曾在盆地南部的大鄂博图沟见到本层与敦煌群及第三系呈不整合接触，(见图 5－10－2)，厚度在 187 ～ 795 米之间。

9. 第三系

(1)上第三系中新统白杨河组 (N_1b)

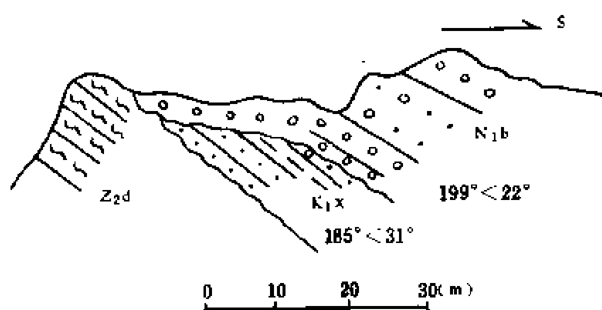


图 5－10－2 大鄂博图沟K_1xn 与 N_1b 不整合素描图
(据敦煌盆地勘探总结)

广泛出露于盆地南部肃北县三个洼，拉排沟，铁匠沟，红石拉坡，阿克塞及黑沟一带。为一套陆相红色沉积。根据岩性特征及化石组合，划分为上、下两个岩段：下岩段主要为砖红色砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩组成，夹灰绿色砾岩，底部有石灰岩，盐岩及石膏。甘肃省区测队曾在粉砂岩中采有哺乳类和植物化石、经鉴定哺乳类化石有：*Palaeoerinaceus Kansuensis* Bohlin.，*Desmotolagus Shargaltensis* Bohlin.，*Tachyoryctoides obrutschewi* Bohlin.，*Schizotherium* sp.，植物化石有：*Eumeryx* sp.，*Ulmus hedini* Chaney.，厚度 2172 米。上岩段由灰色、灰绿色砾岩、巨砾岩及角砾岩组成，夹紫色、褐红色砂岩、粉砂岩，厚度 604 米。

这套地层被断层切割，走向为东西向。总厚度 2776 米。与上覆疏勒河组呈不整合接触。由表 5－10－3 可以看出，盆地东部地层厚度大、岩性粗；盆地西部地层厚度小、岩性细。东部西水沟一带地层含砾岩多，西部柳城子沟一带石灰岩、盐岩、石膏广布。说明东部为洪积河流相沉积，而西部为泻湖相沉积。

(2)上第三系上新统疏勒河组 (N_2s)

广泛出露于盆地南缘西水沟、五个泉子、阿克塞沟、柳城子沟一带。岩性主要为砖红

表 5－10－3 阿克塞盆地南缘新生代地层厚度变化表

剖面 \ 厚度（米） \ 时代	N_1b	N_2s	Qpy	Qpj
西水沟、铁匠沟	2776.00	1210.13		50 ～ 100
孔家沟	1208.00	1635.00		20
阿克塞沟	526.05	255.09	541.61	10 ～ 50
红柳沟	150.00	625.00	86.00	10
柳城子沟	425.54		110.09	10

色夹灰白色、浅灰绿色砾岩、含砾砂岩和粉砂岩、泥质粉砂岩及粉砂质粘土，厚度 1467 米。在西水沟一带，从下向上，砾岩、砂砾岩、砂岩的三分性明显。三个岩性段相当于酒西盆地的弓形山、骆塘沟、牛胳套三个组。

本套地层被断层切割，构造复杂，走向以东西向为主。盆地东部地层厚度大，铁匠沟一带以砾岩为主，底部见有角砾岩。盆地西部地层厚度小，阿克塞沟一带为砾岩、砂岩、粉砂岩互层。本层与上覆玉门组呈不整合接触。

10. 第四系（Q）

（1）下更新统玉门组（Qpy）

广泛分布于盆地南缘的阿克塞沟、红柳沟、柳城子沟一带。岩性主要为灰色、土黄色砾岩层，是一套河流相沉积。东部地层厚度大，岩性粗；西部地层厚度小，岩性细（见表 5－10－3）。本层构造简单，走向近于东西向，厚度为 188 ～ 540 米。与上覆酒泉组呈不整合接触。

（2）中更新统酒泉组（Qpj）

广泛出露于盆地内部。主要为冲积、洪积砂、碎石、砾石、粉砂土、粘土等。厚度在 186 米以上。与上覆上更新统呈不整合接触。

（3）上更新统（Qp_3）

广泛分布于盆地内部，由巨砾、大小岩块与泥砂混合物粗成，表面覆有砂质粘土，在阿尔金山北麓构成相连成片的洪积扇群，或为洪积裙。厚度 4 ～ 10 米不等。

（4）全新统（Qh）

主要沿各沟谷分布，由冲积、洪积、冰积、湖积和风积物等构成现代河床、河漫滩及低阶地。形成洪积扇、冲积锥和风成横向砂梁、新月型砂丘，以及冰雪堆积等。主要岩性为灰色碎石、砾石、砂碎石、砂砾石、粗细砂和粘土等。厚度 40 ～ 50 米。不整合于所有下伏地层之上。

四、构造

（一）大地构造位置

阿克塞盆地位于塔里木地台东南部，北为敦煌盆地，东为踏实盆地。盆地北缘青木土一三危山地区的敦煌群以一大逆掩断层与盆地相接触。盆地南缘为阿尔金山一祁连山大逆掩断层与祁连褶皱系相接触。阿克塞盆地是从侏罗纪开始形成的一个中新生代沉积盆

地。

(二)基底与盖层

阿克塞盆地是祁连山山前拗陷盆地，大致成东西向延展。盆地北部重力值高，重力梯度小、等重力线分布较稀疏；而盆地南部重力值低，重力梯度大，等重力线密集。反映盆地南部的基岩埋藏较深，达4400米(如图5－10－3)，沉积岩厚度大，有侏罗系至第三系出露；盆地北部的基岩埋藏较浅，约200米，沉积岩厚度小，仅见零星的侏罗系至第三系出露。

根据露头资料分析，盆地内部缺失古生代地层，盆地北部、西部及西南部的基底大部分为元古代敦煌群，是一套变质岩，其中夹有中酸性、基性火山岩。盆地东南缘的基底可能为古生界的浅变质岩，夹中基性凝灰岩。

根据边缘露头观察，盆地盖层为中下侏罗统、上侏罗统、下白垩统、第三系和第四系，出露厚度大，且受基底控制。从侏罗纪开始断裂下陷，逐渐形成一个内陆盆地，其内部很可能存在巨厚的侏罗系、白垩系和第三系。

在盆地北缘的多坝沟、西头沟出露有中下侏罗统，沉积厚度达1116米，沉积中心在库鲁斯台凹陷一带。在盆地南缘的肃北县以南，出露有上侏罗统，沉积厚度达1558米，其沉积中心在肃北凹陷一带。盆地东南部的清水沟口—牛圈沟和盆地东部的红柳峡河，出露有下白垩统，沉积厚度187～795米，其沉积中心分别在肃北凹陷和红柳峡河凹陷一带。在盆地南部的肃北县康沟至五个泉子，阿克塞沟到梧桐沟，出露第三系，沉积厚度达4243米，其沉积中心分别在库鲁斯台凹陷和肃北凹陷一带。中新生代地层岩性变化大，估计盆地内部的沉积物要比盆地边缘露头的细，上部比下部更细。

(三)构造单元划分

根据盆地南缘出露的构造具有褶皱轴向及断层线走向大都与大山走向平行、近于东西向延展这一特点，可将本区构造由南向北划分为两个二级构造单元(参见图5－10－3)。

1.南部凹陷带

本带位于阿尔金山深断裂北麓，东与祁连山大逆掩断层相连、自红柳峡河至梧桐沟东西延长近千公里，为一东狭西宽、南深北浅的长条形凹陷带，北为平移断层切割，南部倾没在阿尔金—祁连逆断层之上。凹陷带内又可进一步划分为阿克塞以东的肃北凹陷和阿克塞以西的潜伏小凸起，前者面积约1000平方公里，埋藏深，约4000多米，后者范围小，埋藏深度约400米。

该凹陷带由于受祁连山、阿尔金山北推之影响，第三系形成褶皱，其褶皱强度、形态及构造线自东向西有逐渐变缓的趋势。阿克塞以东地区受祁连山向北推掩的影响大，使第三纪地层受较强烈的挤压而产生一系列迭瓦状逆断层及小的断错，并形成许多南陡北缓的不对称小向斜和南缓北陡的不对称小背斜。阿克塞以西地区受阿尔金山向北推掩的影响小，第三纪地层受挤压轻微，形成了背斜窄、向斜宽、两翼不对称的许多平缓小褶曲，断层较少见。

2.北部斜坡带

位于青木土—东巴兔逆断层带南麓、祁连山大逆掩断层带西侧，为一东陡西缓、南倾北翘的狭长形斜坡带，南部被断层切割，北部与变质岩接壤。斜坡带内又可进一步分为东部红柳峡河单斜和西部库鲁斯台凹陷，前者坡度陡，埋藏深度约3800米，后者面积约400平方公里，埋藏深度约2600米。该斜坡带全为变质很深的敦煌群组成，其中穿插有大量的岩浆岩侵入体，活动时期延续很长，自古生代至第三纪末期均有活动。

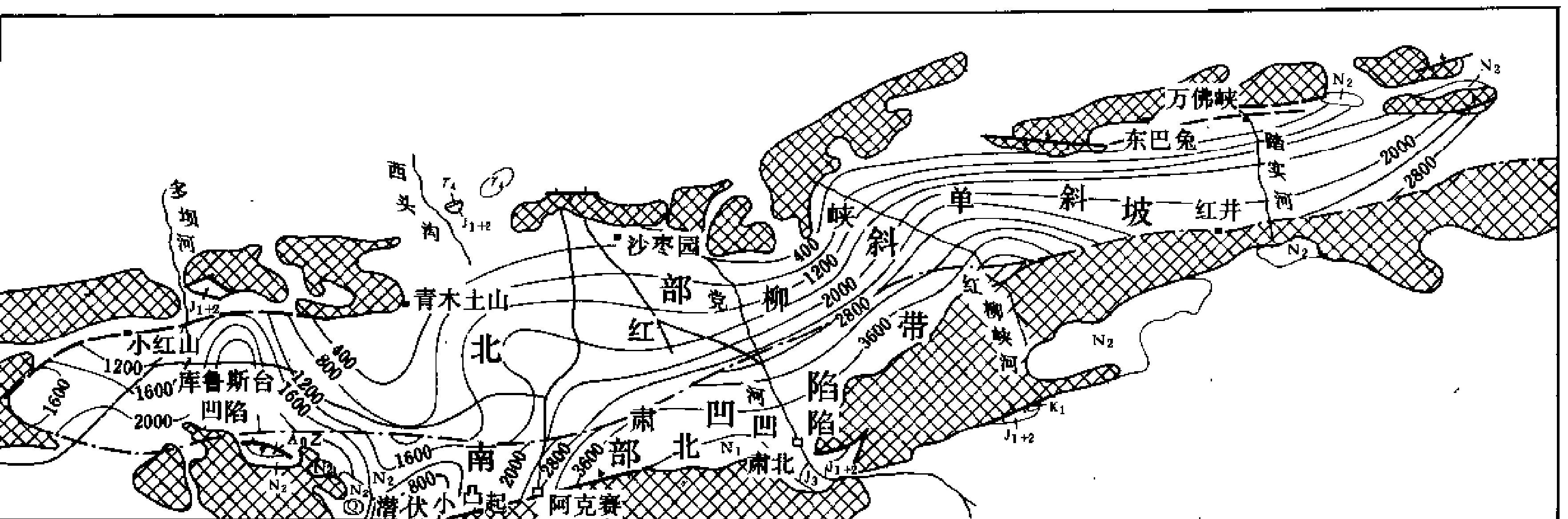


图 5-10-3 阿克塞盆地构造区划图

(据陕西省测绘局资料缩绘)

（四）褶皱及断裂

现将阿克塞盆地的褶皱及断裂简要列于表 5－10－4、表 5－10－5，以窥全貌。

表 5－10－4　阿克塞盆地主要褶皱构造特征表

序号	构造名称（构造要素）	轴部出露地层	轴向（度）	轴长（km）	产状		背斜形态
					南翼	北翼	
1	西水沟沟口向斜	N_1b_2	300	6	30°<35°	210°<27°	南翼有北推逆断层
	西水沟沟中背斜	N_1b_1	280	4	190°<52°	60°<30°	长轴背斜
	西水沟沟脑向斜	N_1b_1	270	2	360°<50°	180°<37°	南翼有北推逆断层
2	水红沟背斜	N_1b	EW	12	<40°	<70°	对称短轴背斜
3	二道沟背斜	Z_3	NEE	5	<70°	<50°	对称背斜
4	二道沟向斜	Z_3	N	7	<60°	<70°	对称向斜
5	大鄂博—铁匠沟向斜	Z_3	NEE	60	<50°	<45°	倒转向斜
6	雁丹图沟脑向斜	Z_3	NW－EW	32	<60°	<60°	倒转向斜
7	半鄂博背斜	Z_3	NE	8	<60°	<45°	倒转背斜
8	红柳沟向斜	N_2s	310	4	10°<32°	240°<30°	短轴向斜
9	红柳沟背斜	N_2s	325	2	230°<60°	45°<10°	长轴向斜
10ᵃ	七里沟背斜	N_2s	N60°W	3	<85°	<11°	短轴背斜
10ᵇ	七里沟向斜	N_2s	315	2	85°<7°		
11	柳城子背斜	N_2s	315	12	225°<60°	45°<60°	短轴背斜
12	章沟向斜	N_2s	N60°W	6	<52°	<30°	短轴向斜
13	青石沟向斜	AnZdn	EW	30	<70°	<70°	对称向斜
14	多坝沟—崔木土向斜	AnZdn	EW	35	<70°	<45°	
15	多坝沟东背斜	$J_{1+2}ln$	N60°W	5	<40°	<80°	不对称背斜
16	多坝沟北向斜	$J_{1+2}ln$	N60°W	5	<30°	<70°	不对称向斜
17	多坝沟背斜	$J_{1+2}ln$	N60°W	3	<40°	<80°	不对称背斜
18	小多坝沟东背斜	AnZdn	EW	4	<40°	<35°	
19	小多坝沟背斜	AnZdn	EW	10	<40°	<57°	对称背斜
20	9 号向斜	AnZdn	EW	4	<45°	<63°	基本对称
21	10 号背斜	AnZdn	EW	10	<63°	<70°	基本对称
22	小红山北向斜	N_2s—Q	N70°E	12	<40°	<40°	基本对称
23	八龙沟背斜	AnZdn	N70°E	5	<55°	<70°－80°	不对称
24	五个泉子向斜	Z_3	S	12	<50°	<50°	

表5－10－5　阿克塞盆地主要断裂构造特征表

断层编号及名称		性质	产状	延伸方向	上盘	下盘	断距(m)	破碎带(m)
	祁连山阿尔金大断裂	逆	182°<52°	270°	Zcd 变质岩 295°<36°	N_1b 砾岩 340°<53°	1500	宽 10
	西水沟中部断层	逆	135°<52°	225°	N_1b_1 桔红色砂泥岩	N_1b_2 砾岩	1000	宽 5
	西水沟沟口断层	逆	170°<50°	260°	N_1b_2 砾岩 210°<27°	Q 砾石岩	10	
F_1	青崖子—桥头子断层	逆	SW<70° S<25°~60°	NEE－NE	N_1b Z_2d Zcd	Q J_{1+2}		长 90000
F_2	五个泉子断层	逆	S<25°－48°	EW	Z_2d Z_2d	N_1 J_3c		长 90000
F_3	铁匠沟中部断层	逆	185°<84° SW<70°	275° NE－SW	N_1b_1 砾岩 153°<65°	N_1b_2 砾岩 140°<80°	1000	宽 1
F_4	三个洼塘断层	逆	N<70°	NEE	Z_cd	Z_2d		宽 25 长 70000
F_5	铁匠沟平错断层	扭		NW				长 5000
F_6	花马台子断层	扭	SW<50°	NW				长 6000
F_7	半鄂博断层	扭	SW<70°	NW				长 10000
F_8	红柳沟断层	逆		NW				长 5000
F_9	大龙沟口冲断层	压	南倾	近 EW	Pt_1dn	N_2s		长 4000
F_{10}	章沟冲断层	压	SW<60°	NW				长 10000
F_{11}	大龙沟断层	压扭			Pt_1dn	N_2s		长 10000
F_{12}	梧桐沟断层	压扭	N S130° SW<40°－70°	近 SN	Pt_1dn	N_2s		长 7000
F_{13}	库鲁斯台断层	压扭	NW<30°SW					长 10000
F_{14}	红柳沟—赛马沟断层	压扭	SW160°		Pt_1dn	N_2s		长 50000
F_{15}	鸣沙山断层	逆	SW<70°	NE	Pt_1dn	Pt_1dn		长 7000
F_{16}	条湖子断层	逆	SE<60°	NE	Pt_1dn	Pz_2 斜长花岗岩		长 30000
F_{17}	长沙梁断层	逆	SE<80°	NE	Pz_2花岗岩	Pz_2 斜长花岗岩		长 14000
F_{18}	沙枣园断层	逆	NW30°		Pt_1dn	Pz_2 斜长花岗岩		长 8000
F_{19}	党河水库断层	逆	S<60°	EW	Pt_1dn	Q	40	长 16000
F_{20}	南湖东山断层	逆	S<60°	EW	Pz_2 斜长花岗岩	Pz_2 斜长花岗岩		长 9000
F_{21}	八龙沟—崔木土断层	压扭	SE<55°－65°	N70°E	Q	Q	400	长 60000
F_{22}	小多坝沟断层	逆		NW				长 16000

为了说明该盆地褶皱断裂情况，摘其重要者插图于下，以资阅读(图 5－10－4 ～ 图 5－10－8)。

1. 褶皱

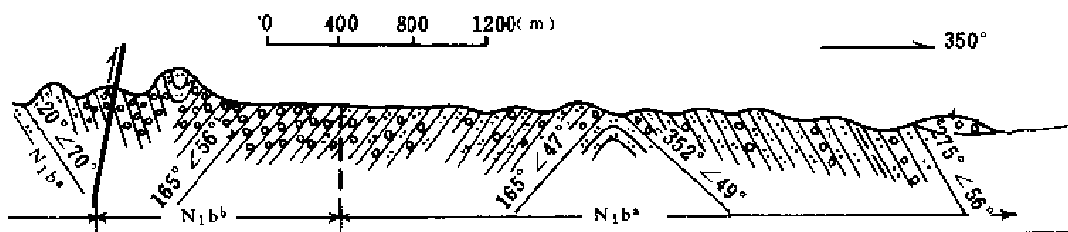


图 5－10－4 铁匠沟背斜构造横剖面图

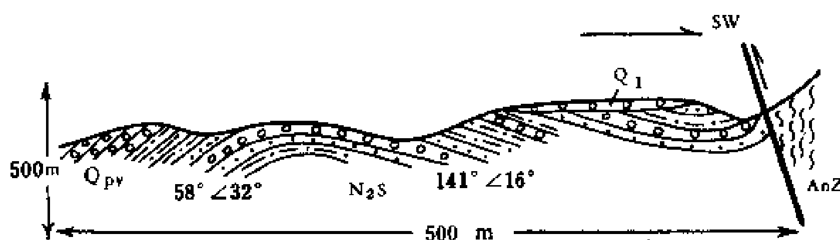
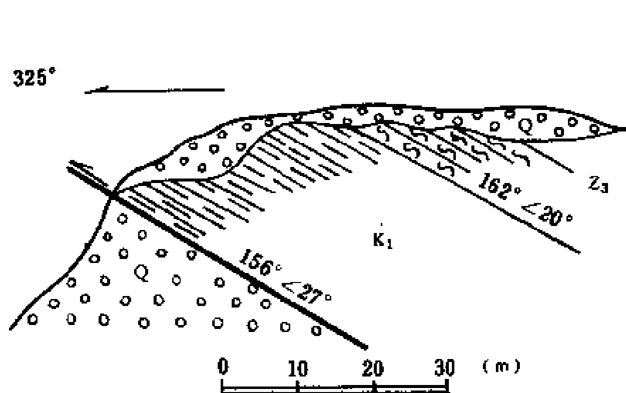


图 5－10－5 柳城子背斜素描图

2. 断层



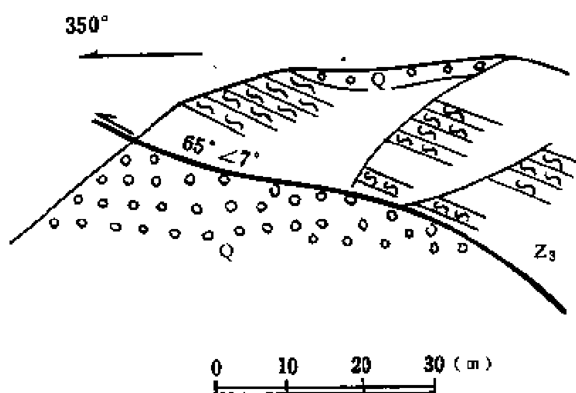


图 5－10－6 大鄂博图东支断裂素描图

图 5－10－7 小鄂博图断层素描图

（五）阿尔金大断裂对盆地的控制作用

祁连山、阿尔金山北缘的阿尔金断裂，东起肃北县党河口，西到阿克塞以西的安南坝，全长 128 公里。从党河口至红崖子一段，走向为南西方向，阿克塞沟至柳城子沟一段，逐渐转向西北，呈一向南突出的弧形。在小鄂博以东为高角度逆断层，以西变为低角度逆掩断层。在断裂带的不同地段见到震旦系变质岩逆推到白垩系第三系，以至第四系之上，断层产状也有一定的变化。

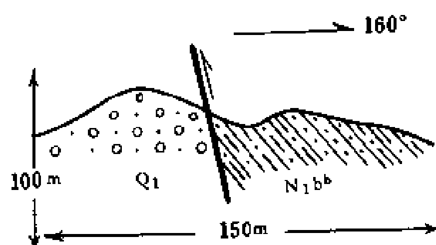


图 5－10－8 铁匠沟东第四纪断层素描图

现将党河口至阿克塞沟各观察点重新取得的断层资料列于表 5－10－6。

表5－10－6 党河口至阿克塞沟断层资料统计表

出露地点	性质	延伸方向	产状	上下盘岩性及产状		断距	其它
				上盘	下盘		
党河口山边	逆	280°	190°<66°	花岗岩	花岗岩		花岗岩中基性岩脉错断
西水沟沟脑	逆	270°	180°<52°	Z_3 变质岩 295°<36°	N_1b 砾岩 340°<53°	1500 m	破碎带宽10m
小鄂博图沟	逆掩	256°	165°<7°	Z_3 千枚岩	第四系砾石层	50 m	
大鄂博图东沟	逆	352°	162°<20°	Z_3 千枚岩板岩	K_1 砂砾岩 155°<19°		沿断裂有花岗岩侵入
红崖子沟口	逆掩	290°	200°<15°	Z_3 含煤千枚岩 225°<40°	K_1 砂砾岩 225°<28°		K_1 地层中有顺断裂走向之花岗岩
阿克塞沟沟脑	逆掩	305°	213°<15°	Z_3 千枚岩 230°<36°	N_2s 红层 170°<80°		破碎带宽 30m

从上表资料可以看出：

1. 阿尔金断裂活动时间长。从侏罗纪末，白垩纪初一直延续到近代仍在活动。震旦纪变质岩逆推到第四纪砾石层之上，以及近代祁连山的剧烈上升，都是有力的证明。

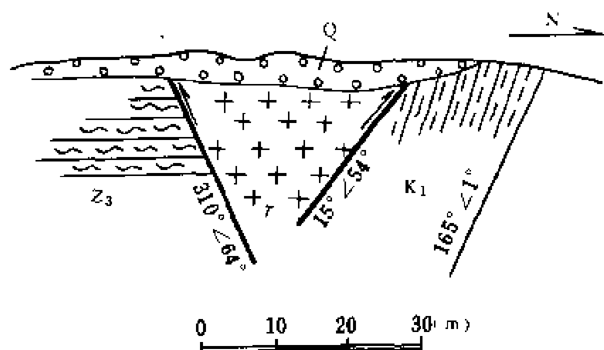


图5－10－9 大鄂博图沟口沿断裂侵入之花岗岩素描图

2. 阿尔金断裂断距大、切割深、延伸远，有花岗岩沿断层面侵入（图5－10－9）。

3. 阿尔金断裂在活动强度上表现为东强西弱，控制了中、新生代盆地的发展和构造形态的差异。

断裂东段：由于祁连山北推的影响大，使西水沟、铁匠沟一带出现了与深大断裂性质相同，走向东西、断面南倾、高角度的迭瓦状逆断层，如西水沟沟口断层、西水沟中部断层、铁匠沟中部断层等（参见表5－10－5），以及一系列南陡北缓的向斜和南缓北陡的背斜。

断裂西段：由于阿尔金山北推的影响小，对盖层的构造影响也小，仅在红柳沟、柳城子沟一带出现了背斜窄、向斜宽、两翼对称的小褶曲（参见表5－10－4）及与深大断裂关系不大的小断层。

（六）地质发展史

综合盆地的地层沉积情况和接触关系（参见表5－10－2），现将本区的构造发展史简述如下。

前震旦纪时，阿克赛盆地大幅度沉降，形成深海槽，在盆地北部的鸣沙山－多坝沟，西部的大、小红山，南部的柳城子－库鲁斯台，东南部的红柳峡河等地，广泛沉积了一套地槽型的碎屑岩、碳酸盐建造和砂质碎屑岩建造，厚达7152米。到了末期，吕梁运动发生，随使这套地层经受了强烈的区域变质作用，形成了盆地最古老的结晶变质基底。

震旦纪时，阿克塞盆地开始逐渐上升，地壳趋于稳定，仅在盆地南缘的阿克塞、肃北以南沉积了地槽型的浅海相砂质碎屑岩、硅质碳酸盐岩和泥质碎屑岩建造及火山碎屑岩建造，厚达6369米。到了后期，地壳活动性开始加强，逐渐出现了中一基性火山岩。震旦纪末期发生了贝加尔运动。使本区南缘褶皱上升，形成平缓的复式背、向斜及断裂构造，地壳隆起成山，长期遭受侵蚀，缺失早寒武世沉积。

中寒武世时，盆地东南部的肃北、红柳峡河一带开始急剧下降，沉积了地槽型的碎屑岩、碳酸盐岩和火山碎屑岩建造，厚达4670米。到了末期，盆地东南部第一次回返上升，并以断裂活动为主，形成了许多沿北西西向平行排列的隆起遭受侵蚀，缺失晚寒武世沉积。

奥陶纪时，盆地南部逐渐上升，沉积中心随之移向东部红口子煤窖一带，致使中、上奥陶统的沉积范围比早奥陶世缩小了好多。到了末期，盆地东部第二次回返上升，褶皱多呈长条形纹线状延伸，断裂以高角度逆断层为主，主要构造走向近于北西西向。

志留纪时，盆地南缘的后塘、长草沟、当金山口和盆地东部的红口子煤窑一带强烈下降，沉积了地槽型的泥质碎屑含铁岩和基性火山岩，厚达6670米。志留纪末期，由于加里东运动的影响，褶皱上升，伴随有基性岩脉和中、酸性岩基等侵入，地壳上升至海平面以上，经受长期侵蚀作用，缺失泥盆系和中、下石炭统。

晚石炭世时，海水从西南方向侵入本区，在盆地东南部的肃北黑大坂、红柳峡河一带，沉积了以陆相为主的海陆交互相含煤建造，厚164米。后期，地壳逐渐上升、隆起，遭受侵蚀，缺失二叠一三叠系。

侏罗纪时，盆地西北部的多坝沟、西头沟、东南部的黑大坂一带，沉积了早中侏罗世陆相碎屑岩建造及中、酸性火山碎屑岩，厚达1116米。后期，受燕山运动初幕的影响，盆地的西北部上升，遭受侵蚀，致使多坝沟、西头沟地区缺失上侏罗统。盆地东南部继续下降，接受沉积，使黑大坂地区沉积了上侏罗统的内陆湖沼相粗碎屑砂砾岩，厚达1558米。

早白垩世时，盆地受燕山运动中幕的影响，地壳上升，遭受侵蚀，西北部的多坝沟、东南部的黑大坂一带，缺失早白垩世沉积。其他地层也很少沉积。早白垩世末期，受燕山运动晚幕的巨大影响，侏罗系和白垩系都产生了轴向多为北东的平缓褶皱，地壳再度上升、遭受侵蚀，缺失晚白垩世和早第三纪沉积。

晚第三纪时，盆地南部开始急剧下降，铁匠沟、阿克塞沟、长草沟沉积了一套内陆湖相一河流相，河流相和冰水堆积的碎屑建造，厚达4243米。喜马拉雅运动有两次主要的褶皱幕。造成白杨河组与疏勒河组之间，疏勒河组与玉门组之间的不整合或假整合接触。上述各褶皱幕使地层产生了很多的褶曲和断裂，形成了许多平缓的短轴褶皱，其轴向与主要断层的走向一致，多为东西方向或北西方向。

五、生、储、盖条件分析

（一）生油凹陷及生油岩分析

从图5－10－4上看到，阿克塞盆地内有两个比较大的凹陷，即南部凹陷带的肃北凹陷和北部斜坡带的库鲁斯台凹陷。肃北凹陷是阿尔金山东端与野马山西端交界处的山间凹陷，埋藏深（约4400多米）、范围大（东到红柳峡河，西延至阿克塞，面积约1000平方公里），邻近黑大坂地区是侏罗系的生油凹陷；库鲁斯台凹陷，基底埋藏浅（约2600米）、面积小（约400平方公里）、范围窄、向南被逆断层切割，邻近多坝沟农业区，是中下侏罗统生油凹陷。

阿克塞盆地是河西走廊西段的一个沉积盆地，具有与走廊上其它盆地相同的沉积环境和古地理条件，因此，可能有以下几套生油岩系：

1. 上石炭统太原组（C_3t）生油岩

太原组富含腕足类、腹足类、珊瑚等化石，厚164米，为温暖气候条件下的一套海陆交互相含煤建造，可能具有生油气的条件，是阿克幕盆地有待勘探的生油岩之一。

2. 中下侏罗统龙凤山群（$J_{1-2}ln$）生油岩

本套地层为温暖、湿润气候条件下的内陆湖沼相沉积。盆地北部的第二岩组和盆地南部的砂板岩组，暗色岩层厚度大，含植物化石多，是为山前盆地边缘的河流相、湖沼相沉积，既有成煤条件，又可能有生油气的条件，是阿克塞盆地的生油岩之一。

3. 上侏罗统赤金堡组（J_3c）生油岩

本套地层是在干燥炎热气候向温和潮湿气候转化，强氧化环境逐渐变为弱氧化间还原环境条件下的内陆湖沼相沉积。其中的暗色砂、页岩层厚度2265米，动、植物化石多，有机物丰富，生油条件优越，是阿克塞盆地的主要生油岩之一.

4. 下白垩统新民堡群（K_1xn）生油岩

为干旱气候条件下的山间小型盆地边缘河流相沉积，以厚度、岩相变化剧烈为其特征，向凹陷内部有岩性变细的可能，因而具备生油条件，为阿克塞盆地的次要生油岩之一。

（二）储、盖层及圈闭预测

1. 储、盖层

阿克塞盆地主要发育了中新生代陆相储集层，分布在盆地南部的阿尔金山—野马山山

前带许多分割状的小型盆地和西北部的青木上山山前盆地中，受地形、水动力条件的控制和构造运动的影响，可能形成由第三系、白垩系、侏罗系组成的三套储盖组合。

(1) 第三系中新统石油沟组粉砂质泥岩夹石膏层，厚度大，为区域性的盖层；而中新统间泉子组河流相砂岩体为储集层。

(2) 下白垩统新民堡群上部含泥质灰岩为盖层，而下部的河流相砾岩、含砾砂岩体为储集层。

(3) 上侏罗统赤金堡群上岩组湖沼相砂质页岩为盖层，而下岩组的河流相砂、砾岩体为储集层。

2. 圈闭预测

分析阿克塞盆地南缘的中新生代地层纵、横向变化和断层与褶皱的相互交切作用，预测盆地内可能存在两大类型的圈闭，现分别简述如下：

(1) 地层 － 岩性圈闭

由第三系地层（参见表 5－10－3）可以看出，盆地东部厚度大，岩性粗，为洪积河流相沉积。盆地西部厚度小，岩性细，为泻湖相沉积。地层的这种横向变化，有可能在盆地内局部地区造成渗透性变异带，形成渗透层尖灭的地层圈闭。另外，中新生代各纪地层之间都存在着明显的不整合，可以形成不整合地层圈闭。

侏罗—白垩系自下而上由砾岩—砂岩—页岩的多韵律层变化，预测可以形成复式岩性圈闭。

(2) 构造圈闭

盆地内广泛发育近东西向的褶皱和断裂，常与北东、北西向的断裂相互交切，形成背斜圈闭或背斜—断层交切圈闭等。

（三）成油组合探讨

根据储集层和油源的配置关系，推测阿克塞盆地的成油组合可能有下列三种类型。

1. 自生自储的成油组合，按不同时代可分为两类：

(1) 石炭系自生自储的成油组合

上石炭系太原组，为海陆交互相含煤建造，下部黑色、灰绿色炭质页岩生油，中部灰白色生物灰岩储油，上部暗绿色长石质硬砂岩盖油，形成下生、中储、上盖式成油组合。推测肃北凹陷南界正断层之下可能存在这类成油组合。

(2) 侏罗系自生自储的成油组合

中下侏罗统龙凤山群第二岩组。河流—湖沼相灰黑色砂、页岩层生油，上侏罗统赤金堡群下岩组河流相砂、砾岩体储油，其上岩组湖沼相黑色砂质页岩盖油，形成自生、自储、自盖式成油组合，推测肃北凹陷南缘可能存在这类成油组合。

2. 中生新储的成油组合

上侏罗统赤金堡群上岩组湖沼相黑色砂质页岩和下白垩统新民堡群河流相灰色砂、泥岩生油，上第三系中新统间泉子段河流相红色砂、砾岩体储油，其上石油沟段滨湖相粉砂质泥岩夹石膏层盖油，形成中生（中生代生油）；新储（新生代储油）的成油组合。推测肃北凹陷、库鲁斯台凹陷内可能存在这类成油组合。

3. 新生古储的成油组合

志留系的海相泥质碎屑岩—浅变质碎屑岩建造，经基性火山岩侵入，发生轻度变质，由于长期遭受风化剥蚀，溶洞和裂缝发育，若中新生代生油气层与其适当配伍，就可形成类

似于酒西盆地鸭儿峡志留系的成油组合。推测肃北凹陷南缘边界逆断层带，也可能存在这类成油组合。

六、油气资源量估算

用沉积岩体积法估算盆地石油资源量。

已知：肃北凹陷的面积1000平方公里，沉积岩最大厚度4000米；库鲁斯台凹陷面积400平方公里，沉积岩最大厚度2600米。储量丰度，阿克塞盆地为地台型盆地，采用4296吨／立方公里。

石油资源量估算公式：

$$Q=R\cdot H\cdot a$$

式中 R —— 沉积岩面积； H —— 沉积岩平均厚度； a —— 储量丰度。

则肃北凹陷石油资源量估算结果为0.086亿吨；库鲁斯台凹陷石油资源量为0.022亿吨。全盆地石油资源量为0.108亿吨。

第六章　甘肃西部地区油气资源量预测与评价

第一节　甘肃西部地区石油远景评价

甘肃西部地区是玉门石油管理局承担的石油勘探领域。沉积岩覆盖面积21.4万平方公里，有大小沉积盆地30个，有一定含油远景的盆地11个。其中，已找到工业油田并长期开采的盆地1个(酒西盆地)，发现小油藏或见少量油流的盆地3个(花海—金塔、潮水、民和盆地)，钻探见油气显示的盆地2个(酒东、民乐盆地)，地面见油苗及沥青显示的盆地3个(皇城、中口子—黑帐房、武腾地区)。油气显示不少，生油层系较多，找油领域广阔，油气资源潜力较大，属于一个有找油前景的含油气区。

该区除个别盆地(如酒西盆地)勘探程度较高外，其余盆地的勘探程度都很低。不少盆地仅刚刚开始勘探，工作量很少，甚至还有些盆地尚未曾进行过石油勘探，这类盆地和地区面积大，但情况不明；根据大地构造理论和区域地质条件推论，认为大都具有油气形成的地质条件。反映了甘肃西部地区在石油勘探方面是应该有所作为的地区。

本区30个沉积盆地分属四个大地构造单元，即南部的祁连地槽褶皱系，北部的天山—内蒙地槽褶皱系，阿拉善地块和塔里木地台。以所处大地构造位置的不同把盆地分为槽内盆地、台内盆地、槽缘盆地、台缘盆地四类。各类盆地特征有别，石油地质条件相异。槽内、台内盆地数量多而一般面积较小，沉积岩厚度薄，油气显示差。此两类盆地共19个，有4个盆地见到油气显示；槽台过渡带中的槽缘盆地和台缘盆地数量虽少，但盆地面积一般较大，沉积岩覆盖厚，石油地质条件优异，在10个盆地中就有5个盆地有油气显示并找到了较大油田。尤其是槽缘盆地的石油地质条件更为优良，应是本区找油的重点对象。其次是台缘盆地和槽内盆地，也应给以足够重视，可作为战略后备基地考虑。

一、生油层系

甘肃西部地区从海相到陆相沉积，曾经历过三个古气候旋回，每个旋回都以潮湿气候开始，干燥气候结束，形成了三次生油气期，存在着三套生油气层系。

(一)石炭系生油层系

石炭系是一套以灰色碳酸盐岩和黑色页岩为主的海相和海陆交互相沉积，夹可采煤层，有机质丰富，据地球化学分析有生油气能力。黑色泥岩有机碳含量1.33%，碳质页岩有机碳含量14.45%。该套生油层系在庆阳山附近的尖山、孟家湾和中卫上河沿等地见有液体原油赋存于石灰岩节理和晶洞之中。酒西盆地南带原油中，少数原油地球化学指标异常，与侏罗—白垩系生油岩不同，接近石炭系黑色页岩的地球化学特征，可能有石炭系原油掺杂。总之该套层系是一个有生油气能力的层系。

(二)中下侏罗统生油层系

属潮湿气候条件下的湖沼相，河流相碎屑含煤建造，暗色泥页岩发育，据地球化学分析具有生油条件。潮水盆地的青土井和民和盆地的虎头崖、海石湾均形成有小油藏，证实确有油气生成、运移、聚集的过程，是一个较好的生油层系。

(三)下白垩统生油层系

下白垩统属潮湿气候条件下，稳定下沉的湖盆中沉积的湖相、河流相碎屑岩建造。半深一深湖环境中沉积了暗色泥页岩，厚度大、有机质丰度高、质量好，据地球化学分析达一、二类生油岩指标。在酒西盆地该套生油层系已提供了丰富的油源，形成了工业油藏。在花海凹陷内该层系中随处可见油气显示并获少量油流。在酒东盆地也见到了沥青及油气显示，证实是最好的生油层系。

上述三套生油气层系迭合连片。石炭系主要发育在甘肃西部地区的东段和北部地带。中下侏罗统主要发育地区与石炭系发育区基本重叠而略有扩大，主要在酒东盆地以东和北部地区，敦煌盆地也有一定厚度，酒西盆地和花海一金塔盆地则不甚发育。下白垩统主要发育在酒西、花海一金塔盆地。由此看来，甘肃西部地区大多数盆地都具有油气生成的物质条件，都有一定的找油前景。下白垩统生油条件最佳，其生油凹陷是最有利的找油地区；中下侏罗统生油条件次之；石炭系也具有生油气条件，厚度大、面积广、但目前研究较少，情况尚不明朗。

二、找油领域

三套生油层系各自的发育主体位置不同，结合区域构造性质的差异，油气形成条件的优劣，根据勘探条件和轻重缓急可分为五大找油领域。

1. 以下白垩统为主要生油岩、具有多个成油组合的河西走廊西段地区，包括酒西、酒东、民乐、花海一金塔等盆地，面积28200平方公里，是近期找油的现实地区。

2. 以中下侏罗统为主要生油岩的潮水、民和、敦煌诸盆地，面积51600平方公里，是找油的重要地区，应该积极准备。

3. 以中下石炭统为主要勘探对象的东段地区，包括武腾地区、双临等盆地，面积32500平方公里，是找油气的战略地区。西段地区石炭系发育较差，但有生油能力，也不可忽视。

4. 西起酒西盆地，东至民乐盆地，长达450公里的北祁连山逆掩断层带。这是一个崭新的勘探领域。最新地震、钻井资料证实，祁连山北缘大逆掩断层及酒西盆地老君庙北翼逆掩断层存在着推覆现象，地震剖面上已看到的推覆距离达6公里之多。生油凹陷主体向祁连山下延伸，巨厚生油层可能大面积深埋在逆掩断层之下，有利于有机质的演化成熟。是一个很有找油前景的领域。目前正在积极开展勘探工作。

5. 地表沙漠覆盖的巴丹吉林等地区和腾格里沙漠北部的巴音浩特及雅布赖地区，沉积岩覆盖面积8万多平方公里。地表条件恶劣，至今很少投入勘探工作，内部地质结构不清。根据现有资料分析，覆盖层之下存在一定规模的中生代沉积凹陷，也是应予注意的领域。

三、含油远景盆地分类

依据现有资料和对甘肃西部诸盆地石油地质条件的认识，按含油气远景情况不同可将盆地分为四类。

(一)含油气盆地

油气藏形成条件良好，目前已经发现了油田，但仍有新的找油领域有待开拓，较为丰富的剩余资源潜量等待发现。酒西盆地属之，应加深勘探，不断扩大储量。

(二)有含油气前景的盆地

面积较大，具有较好的生油条件，有适于油气藏形成的圈闭，已发现有小油藏，或者见少量油流，或者见油气显示，且凹陷评价较有希望者，包括有花海一金塔、酒东、民乐、潮水、民和、武腾等盆地和地区。对这类盆地应尽快落实生油规模，寻找圈闭，研究油气

运移、聚集条件，迅速突破工业油流关，寻找到工业油藏，实现盆地接替。

(三)待落实的盆地

有一定沉积岩面积和厚度，而生油凹陷不落实，生油层厚度和质量不落实，构造条件不很明确。包括有敦煌、阿克塞和阿拉善地区各盆地。对这类盆地应积极开展地质地球物理勘探首先落实盆地沉降幅度，生油凹陷情况。

(四)含油远景较小盆地

盆地构造复杂，面积小，生油条件差，或者还未发现生油条件。这类盆地很多，如昌马、疏勒河、皇城、南营尔、西营尔等盆地。可暂缓勘探。

第二节 远景资源量预测

甘肃西部地区沉积盆地众多，勘探程度差别很大，远景资源量的预侧采用区别对待的方法。对一部分勘探程度较高，可采用各种方法计算资源量的主要盆地，尽量使用多种方法计算，相互对照印证(在盆地各论中已分盆地详述)。对一部分可能有前景而勘探程度低，资料很少的盆地，采用盆地类型类比，推断沉积岩体积的方法估算资源量，以兹参考，其方法与估算的资源量结果叙述如下。

一、资源量计算方法

采用沉积岩体积法，公式为：

$$Q=d\cdot V=d\cdot S\cdot H/2$$

式中 Q —— 盆地中油气总资源量，吨；V —— 盆地内的沉积岩总体积，立方公里；d —— 盆地储量密度参数，吨／立方公里；S —— 盆地面积，平方公里；H —— 盆地内最大沉积岩厚度，公里。

(一)盆地范围的圈定和面积的量取

一般是以下古生界地层及火山岩出露区为盆地边界面圈定了盆地范围，个别地段界线不清时做了适当推断。尔后在1：100万沉积盆地分布图上使用求积仪量得盆地面积。

(二)沉积岩最大厚度的求取

计算资源量时是将各盆地内最大的沉积岩厚度折半作为平均厚度，盆地内的最大沉积岩厚度分三种情况取得。①盆地内有深钻井或者地球物理资料证实的沉积岩最大厚度。②个别盆地缺乏井下及地面地层资料面采用邻区资料推断出最大沉积岩厚度。③大多数盆地都有地面地层资料，因而采用地面各时代地层的露头最大厚度累加，乘以盆地沉降中心地层重合率系数而得。

$$H=K\cdot\Sigma h$$

式中 H —— 拟求盆地内的沉积岩最大厚度；K —— 盆地沉降中心地层重合率；Σh —— 盆地露头区各时代地层最大厚度的累加。

公式中K值的求取是以酒西、酒东两盆地的实际资料统计而来，即：

$$K=\frac{\text{已知盆地沉积岩最大厚度}}{\text{已知盆地露头区各时代地层的最大厚度之和}}=0.78$$

对上古生界地层为主要生油层之一的某些地区，如双临盆地和巴丹吉林地区，若按上述公式计算，则沉积厚度可达10000米以上，从石油勘探的有效深度和热演化的理论来讲，埋深过大已失去勘探意义，因而采用沉积岩最大厚度为8000米。

（三）储量密度参数（a）的选取

参数的选取是根据1978年石油部情报室编的《油气远景储量计算方法》一书的圈外按盆地类型分类统计的资料。即

地台型盆地	4290吨／立方公里
山间型盆地	1910吨／立方公里
山前拗陷型盆地	4475吨／立方公里

二、盆地资源量计算简况

对下列资料少的盆地按照上述方法进行了资源量估算。

（一）民和盆地

民和盆地是发育在中祁连地块之上的一个中新生代山间盆地，面积8260平方公里。该盆地于50至60年代初期进行过地面地质，重、磁、电法普查及钻探工作。证实盆地沉积岩厚达5000米，发育有中下侏罗统、上侏罗统、下白垩统和上第三系等地层。海石湾一带油气显示很多，个别井有低产油层。虎头崖有小油田，资源量估算为

$$Q=a\cdot S\cdot H/2=1910\times 8260\times 5/2\text{ 吨}$$
$$=0.3944\text{ 亿吨}$$

（二）双临盆地

是祁连山与西秦岭交接处的一个山间盆地，面积12600平方公里。盆地南部有上古生界巨厚的地槽型沉积，出露地层有石炭系，厚度为6080～7180米，二叠系3848～4448米，三叠系8800米，缺失侏罗系，白垩系和第三系厚度分别为1800米和2000米。

盆地内能够生油的地层为石炭系和二叠系。厚度大，灰黑色泥岩、碳质页岩及暗色石灰岩发育，有轻微变质现象。

盆地中部临夏市东西两侧的六夏河河谷、横河河谷及其支流河谷中，以及东部的巴下寺附近的洮河河谷中，均有零星的前震旦系及震旦系变质岩出露。盆地东部的白鸭桥、黑山、临洮的张家坪、许家沟的露头所见大多是下白垩统河口群，或者上第三系红色地层不整合于震旦系之上。据此推论，临夏—东乡—临洮一线以北地区丧失生油条件，此线以南到大山边缘，面积约4500平方公里的地带有找油前景。资源量计算为：

$$Q=d\cdot S\cdot H/2=1910\times 4500\times 8/2\text{（吨）}$$
$$=0.3438\text{ 亿吨}$$

（三）巴丹吉林地区

巴丹吉林地区处在天山—内蒙褶皱系和阿拉善地块两大构造单元上，面积54750平方公里，该构造系在海西期最后完全封闭，上古生界地槽型沉积发育，厚度约1.3万米，已变质。中生代以来，可能有北北东向断裂切割，断块沉降形成山间沉积盆地，沉积了中生界的一套河湖和沼泽相碎屑岩建造，厚1700米，第三系沉积较薄，且分布局限，厚约650米，大部分地区缺第三系。

可能存在两套生油岩：①泥盆—二叠系为一套海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积，灰黑色页岩和暗色石灰岩丰富，可能生油。二叠系中发现油页岩3400米，浅棕褐色，可燃，有沥青味，焦油含量0.6～0.9%。②侏罗—白垩系以泥岩、泥灰岩为特征的湖相沉积，也可具有生油条件。资源量估算为：

$$Q=d\cdot S\cdot H/2=1910\times 54750\times 8/2\text{（吨）}$$
$$=4.1829\text{ 亿吨}$$

(四)雅希赖盆地

是阿拉善地块的一个中新生代沉积盆地，面积5820平方公里。发育地层有中下侏罗统、白垩系、第三系、第四系、总厚3923米，其中J_{1+2}青土井群以粗碎屑岩为主夹煤线，若在凹陷处变细可具生油条件。资源量估算为：

$$Q=d \cdot S \cdot H/2=4290\times5820\times3.06/2\ (吨)$$
$$=0.382\ 亿吨$$

(五)银根盆地

是天山—内蒙褶皱系内部的一个山间盆地，面积2600平方公里。发育地层有侏罗系、白垩系、第三系、第四系。有关盆地内的资料奇缺，仅据所处大地构造位置和邻区的沉积发育特征推断，侏罗、白垩系可能有生油能力，石炭、二叠系也有生油的希望、推测沉积岩厚度3500米。资源量估算为：

$$Q=a \cdot S \cdot H/2=1910\times2650\times3.5/2\ (吨)$$
$$=0.08858\ 亿吨$$

(六)巴音木都盆地

属阿拉善地块内的盆地，面积3730平方公里。发育有侏罗系、白垩系、第三系、第四系，推测沉积岩厚度3500米。资源量估算为：

$$Q=a \cdot S \cdot H/2=4290\times3730\times3.5/2\ 吨$$
$$=0.2800\ 亿吨$$

用各种方法对甘肃西部主要盆地的资源量计算的结果，其远景总资源量约10多亿吨。

正确的理论，加强综合研究，指导勘探实践，不断总结规律，是提高勘探效果的正确途径，也是推动石油地质学科进展的正确途径。

勘探找油需要正确的理论指导，而正确的理论又来源于勘探实践的总结，综合研究的任务就是研究总结勘探实践中发现的规律，进而提高到理性认识，反过来又指导勘探工作，有的放失的实践，这样的反复过程，就是勘探工作不断深入，不断前进，不断有所发现的过程。因此，综合研究必须贯穿勘探找油过程的始终。

酒西盆地长期的找油实践证明，无论是油气运移，还是油气分布富集，都有其独特规律。长期以来，玉门石油管理局就是依靠综合研究，不断地总结和运用这些规律性的认识，指导着勘探开发工作，推动工作不断深入不断前进。

随着酒西盆地不断加深勘探，新的找油领域不断扩大，各种复杂油藏不断发现，证明了油藏不是孤立存在的，而是具有成带分布的特征和规律。它们沿着背斜构造带，同生断层带，区域性砂体上倾尖灭带等三个带聚集分布。由于有了对这三个油气聚集带的认识，才加快了勘探进程，效益显著，接连发现了新油藏。

老君庙油田发现之后，50年代很快认识到背斜构造带上的圈闭具有捕捉油气的有利条件。以背斜构造油藏形成和分布理论指导勘探，在短短的不到十年的时间内，整体解剖了老君庙背斜带，有意识地找到并探清了石油沟、鸭儿峡背斜构造油田，发现了鸭四井区断层遮挡油藏和小马莲泉岩性油藏。勘探收效显着，出现了储量大幅度迅速增长的新局面。

1957年发现鸭儿峡第三系油藏之后，1959年在其下部发现了志留系基岩潜山油藏。因为当时没有发现509同生断层，对同生断层的控油作用和油气沿同生断层的分布规律不了解，未能全面预测和有目的地探测这新的油气聚集领域，一直把目标集中在第三系和基岩顶部含油区，17年迈不开步于不敢朝着潜山翼部探索，没有取得大的进展。直至1975年发现

了鸭西白垩系油藏的同时，也发现了509同生断层，认识到了同生断层的控油作用。此时才有目的地开拓基岩潜山翼部含油区，扩大了含油面积，打出了许多高产油井。进而认识到同生断层是复合油藏形成的有利油气聚集带。掌握了复合油藏分布规律，及时发现了下降盘的石炭系油藏。并运用同生断层复合油藏形成理论评价了石北断陷，预测了石北断陷的同生断层下降盘是上侏罗—下白垩统形成油藏的有利地段，钻探了白南3井，发现了白南地区的白垩系油藏。

1960年单北油田发现之后，虽然同时也发现了第三系火烧沟组块状砂岩在白东地区的尖灭带与断层配伍，对油气聚集和油藏形成起着控制作用，但未能认识到油藏沿断裂带和尖灭带分布的规律，而把单北油藏仅作为孤立的水动力形成的油藏对待，因而对其外围没有沿断裂和砂体尖灭带进行进一步的勘探。致使白东油藏推迟发现了18年之久，直至1978年钻探白探4井时才得以发现。此后进一步综合研究了单斜带油藏形成机理，认识到了油气是沿着断层切割砂体尖灭带聚集而形成串珠状油藏分布的特征。在此认识基础上，有目的地布置了白探5井和白东18井，通过钻探，发现了白探5井和白东18井含油区，仅用了两年时间就把单北、白东等几个含油区连成一片。

由于综合研究的不断深入，对地质规律认识不断深化，略有突破。近期以来，初步突破了对同生断层复合油气聚集带和区域性砂体上倾与断层圈闭控制油气聚集带的认识，基本上掌握油藏形成机理和分布特征，迅速地开拓了这两个找油新领域，收到了勘探找油的显著效果，出现了新局面，形成了20多年来油气储量增多的新高峰。

综合以上的记述，40多年来的工作表明，随着科学技术条件、勘探手段的不断改善，运用地质、地球物理、地球化学、钻井测试等综合勘探手段，不断实践，在深入综合研究的基础上，于甘肃玉门油田地区，开拓石油工业更好的新局面，推动石油地质科学获得更大的进展，进一步发挥玉门油田这个中国石油工业摇篮的作用是完全可能的。这是早一辈玉门人的殷切祝愿，也是当代玉门人乃至未来玉门人的光荣使命。可以预言，再过十几年或几十年，重新修纂的新玉门石油地质志，将是油田林立、丰富多采、硕果累累、繁花似锦的新篇章，回头来看，这次所修纂的玉门石油地质志能够起到开路铺石的作用，对于撰者来说已可谓足矣。